

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAMPAK GEOMETRIS CO-CHANNEL INTERFERER TERHADAP JARAK REUSE UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS SPEKTRUM PADA LTE 1800 MHz

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Elektro



Oleh :

MARIZALDI BAY

11655100143

UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

DAMPAK GEOMETRIS CO-CHANNEL INTERFERER TERHADAP JARAK REUSE UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS SPEKTRUM PADA LTE 1800 MHz

TUGAS AKHIR

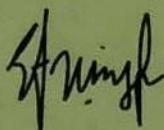
oleh:

MARIZALDI BAY

11655100143

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal Juni 2021

Ketua Program Studi

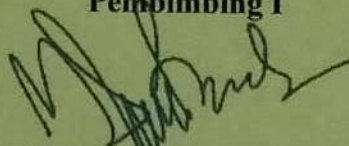


Digitally signed
by Ewi Ismaredah
Tanggal:
2021.07.14
15:07:26 WIB

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom

NIP. 197509222009122002

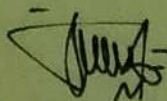
Pembimbing I




Hasdi Radiles, ST., MT

NIP. 197709092011011005

Pembimbing II



Mulyono, MT

NIP. 198511152015031003

LEMBAR PENGESAHAN

DAMPAK GEOMETRIS CO-CHANNEL INTERFERER TERHADAP JARAK REUSE UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS SPEKTRUM PADA LTE 1800 MHz

TUGAS AKHIR

oleh:

MARIZALDI BAY

11655100143

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 14 Juni 2021

Pekanbaru, Juni 2021

Mengesahkan,

Dekan



Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag
NIP. 196606041992031004

Ketua Program Studi

Teknik Elektro

Digitally signed
by Ewi Ismaredah
Tanggal:
2021.07.14
15:07:07 WIB

Ewi Ismaredah S.Kom., M.Kom
NIP. 197509222009122002

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Arif Marsal, Lc.,MA

Sekretaris I : Hasdi Radiles, ST.,MT

Sekretaris II : Mulyono, MT

Anggota I : Rika Susanti ST.,M.Eng

Anggota II : Sutoyo, MT

Digitally
signed by Arif
Marsal
Tanggal:
2021.07.14
10:57:36 WIB



Digitally signed by Sutoyo
Tanggal: 2021.07.13
09:50:11 WIB

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir ini terdaftar dan tersedia dipergustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Dokumen Tugas Akhir ini terbuka untuk umum sehingga dapat diakses dengan meminjam pada perpustakaan. Namun, dengan catatan hak cipta berada ditangan penulis. Referensi pada tulisan ini diperkenankan untuk dicatat namun pengutipan atau ringkasan dilakukan sesuai kaidah yang berlaku. Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini, harus memperoleh izin dari Dekan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

© Hak cipta dilindungi Undang-Undang
UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa, di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya ataupun pihak lain dengan kepentingan tertentu. Dan berdasarkan hemat saya tidak terdapat karya atau gagasan yang ditulis serta diterbitkan pada Tugas Akhir ini melainkan telah dinyatakan pada referensi dan daftar kepustakaan.

Berdasarkan pada pernyataan diatas, saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya

Pekanbaru, 14 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,

MARIZALDI BAY

NIM : 11655100143

UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahiim...

Untukmu pahlawanku yang kupanggil Ayah
Semoga ini dapat menyembuhkan sakit mu
Meringankan semua beban di pikiran dan pundakmu
Tiada upaya selain bersyukur pada Tuhan karena aku terlahir jadi anakmu

Duhai cinta pertamaku, Ibu
Berharap ini dapat melukis senyum diwajahmu
Menjadi jawaban atas semua do'a yang engkau panjatkan untukku
Ibu, semoga aku dapat membahagiakanmu kelak. Aamiin.

Untuk kalian teman-temanku
Aku bangga pernah mengenal kalian
Semoga dimanapun kalian berada selalu sehat dan sukses
Tuhan punya skenario atas kehidupan kita masing-masing
Teruslah bersakit-sakit dan berusaha untuk keberhasilan
Ingat teman, padi semakin merunduk apabila semakin berisi

Wallamdulillahrabbi'l'alamin...

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAMPAK GEOMETRIS CO-CHANNEL INTERFERER TERHADAP JARAK REUSE UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS SPEKTRUM PADA LTE 1800 MHz

MARIZALDI BAY

NIM : 11655100143

Tanggal Sidang :

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

JL. Soebrantas KM.15 No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan jaringan selular yang tinggi pada hampir diseluruh operator telekomunikasi menyebabkan terjadinya peningkatan trafik, sehingga akibatnya akses melambat hampir diseluruh jaringan selular. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan pembaruan pada spektrum khususnya jaringan 4G-LTE. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dampak *Co-channel Interference* berdasarkan jarak *reuse* dengan menggunakan media simulasi. Metoda yang diusulkan dalam penerapan skenario penelitian adalah *Fractional Frequency Reuse* (FFR). Pada penelitian ini, dilakukan optimasi pada jarak *coverage* berdasarkan radius, tinggi antena dan *downtilting* antena. Berdasarkan hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa proses optimasi pada radius 1000 meter, 750 meter dan 500 meter memperoleh hasil jarak *reuse* minimum adalah pada area yang penerimaan RSCP nya sebesar -90dBm dengan jarak maksimum *coverage* sejauh 1500 meter dan nilai SINR sebesar 43 dB.

Kata Kunci : 4G-LTE, FFR, *Layout*, 3-tiers SINR, *Reuse*, *Coverage downtilt*, RSCP

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

IMPACT GEOMETRIC CO-CHANNEL INTERFERER TO DISTANCE REUSE FOR INCREASE EFFECTIVENESS SPEKTRUM

ON LTE 1800MHz

MARIZALDI BAY

NIM : 11655100143

Date of final of exam:

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

ABSTRACT

The high increase in the use of cellular networks in almost all telecommunication operators led to an increase in traffic, resulting in slow access to almost all cellular networks. To overcome this, it is necessary to empower the spectrum, especially the 4G-LTE network. This study aims to see the impact of Co-channel Interference based on reuse distance using simulation media. The method proposed in the application of the research scenario is Fractional Frequency Reuse (FFR). In this study, optimization of the coverage distance was carried out based on the radius, antenna height and antenna downtilting. Based on the results of the study, it can be stated that the optimization process at a radius of 1000 meters, 750 meters and 500 meters results in the minimum reuse distance being in an area where RSCP reception is -90dBm with a maximum coverage distance of 1500 meters and a SINR value of 43 dB.

Keyword : 4G-LTE, FFR, Layout, 3-tiers SINR, Reuse, Coverage, downtilt, RSCP

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beserta salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia. Atas ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Dampak Co-channel Interferer Terhadap Jarak Reuse Untuk Meningkatkan Efektivitas Spektrum pada LTE 1800 MHz”.

Kemudian pada bagian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Antara lain :

1. Teristimewa Ibu, Kak Defi dan Abang Fitra yang telah mendukung dan mendo'akan agar penulis selalu semangat dalam menjalankan perkuliahan dan dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
2. Bapak Hasdi Radiles, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan masukan serta motivasi dalam menjalankan perkuliahan.
4. Bapak Mulyono, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau dan sekaligus selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Liliana, ST, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis dari semester 5 hingga semester 9.
6. Ibu Rika Susanti, ST, M.Eng. selaku Penguji I yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Sutoyo, ST, MT. yang bertindak sebagai Penguji II telah memberikan saran dan masukan yang menjadikan penulisan Tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bang Dio, Bang Afif, Bang Kevin, Bang Dirga serta abang-abang dan adik-adik squad serangan subuh selaku teman sepebimbingan yang sangat banyak membantu penulis dan menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga segala dukungan yang telah diberikan mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri penulis pribadi dan para pembaca semua pada umumnya. Sesungguhnya semua kekurangan datang dari diri penulis sendiri dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 14 Juni 2021

Marizaldi Bay
11655100143

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-1
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-2
1.5 Kontribusi Penelitian.....	I-2
 BAB II DASAR TEORI	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Kontribusi Penelitian.....	II-3
2.3 Frequency Reuse.....	II-4

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4 Model <i>Co-channel Interference</i>	II-6
2.5 Teori Seluler.....	II-8
2.5.1 <i>Transmitter e-NodeB</i>	II-12
2.5.2 Sistem <i>Feeding</i>	II-14
2.5.3 Karakteristik dan Penguatan Antena.....	II-16
2.5.4 Model Propagasi.....	II-18
2.5.5 <i>Other Loss</i>	II-22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Karakteristik Penelitian.....	III-1
3.1.1 Sifat Penelitian.....	III-1
3.1.2 Waktu Penelitian.....	III-1
3.1.3 Tahapan Penelitian.....	III-2
3.2 Data dan Variabel.....	III-4
3.3 Simulator.....	III-5
3.3.1 <i>Layout</i>	III-5
3.3.2 Model <i>Site</i>	III-6
3.3.3 Model Titik <i>Sampling</i>	III-8
3.3.4 Model <i>Loss</i> Propagasi.....	III-11
3.3.5 Sistem <i>Feeder</i>	III-13
3.3.6 Model Penguatan Sinyal pada Antena.....	III-14
3.3.7 Model Penerimaan Sinyal.....	III-22
3.4 Metoda Penyajian data.....	III-23
3.5 Metoda Analisa.....	III-24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Validasi Simulator.....	IV-1
4.1.1 Validasi Posisi dari <i>Site</i>	IV-1
4.1.2 Validasi Posisi <i>Mobile</i> (Titik Sampel).....	IV-2
4.1.3 Validasi <i>Azimuth Coverage</i>	IV-3
4.1.4 Validasi Jumlah Titik Sampel.....	IV-4
4.2 Interferensi <i>Co-channel</i> pada Variabel Radius.....	IV-6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.1 <i>Setting</i> Skenario.....	IV-6
4.2.2 Optimasi Parameter RF.....	IV-6
4.2.3 Dampak <i>Co-channel Interference</i>	IV-15
4.3 Analisa SINR pada Variabel <i>Pointing</i>	IV-16

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alokasi <i>power</i> dan <i>frequency</i> pada FFR.....	II-4
2.2 Model <i>Co-channel interference</i>	II-6
2.3 Evolusi jaringan dari GSM ke LTE.....	II-8
2.4 Arsitektur UMTS pada Rel-99.....	II-9
2.5 Standarisasi jaringan selular model 3GPP.....	II-10
2.6 Simbol <i>site</i> dan sektor pada <i>layout</i>	II-11
2.7 Karakteristik dimensi dan pemodelan <i>site</i> -sektoral hexagonal.....	II-11
2.8 Mekanisme penerimaan daya sinyal pada <i>user</i>	II-12
2.9 Alur transmisi pada teknologi LTE.....	II-13
2.10 Sistem kerja <i>feeder</i> pada eNodeB.....	II-14
2.11 Jenis-jenis kabel <i>feeder</i>	II-15
2.12 Penunjukan posisi <i>user</i> model mata angin.....	II-16
2.13 Pendefinisian simbol α, β, φ berdasarkan gain horizontal.....	II-17
2.14 Pola radiasi <i>Kathrein 732215</i> secara horizontal dan vertikal.....	II-18
3.1 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian.....	III-2
3.2 Implementasi Konfigurasi FFR pada <i>cluster</i>	III-5
3.3 Konfigurasi <i>layout</i> dengan definisi 4 <i>frequency reuse</i>	III-6
3.4 Penomoran <i>cell</i> pada setiap <i>clusternya</i>	III-6
3.5 Model posisi titik <i>sampling</i>	III-8
3.6 Model sampel sebagai representasi matrik $M \times N$	III-9
3.7 Algoritma perhitungan nomor dan koordinat sampel.....	III-10
3.8 Algoritma <i>loss</i> propagasi.....	III-12
3.9 Kombinasi sistem <i>feeder</i>	III-13
3.10 Posisi <i>user</i> berada pada kuadran-1 relatif terhadap <i>site</i>	III-14
3.11 <i>User</i> berada pada posisi kuadran-1 dan berimpit dengan posisi <i>site</i>	III-15
3.12 <i>User</i> berada pada posisi kuadran-2.....	III-15

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.13	User berada pada posisi kuadran-3.....	III-16
3.14	User berada pada posisi kuadran-4.....	III-16
3.15	Klasifikasi perolehan nilai β	III-17
3.16	Algoritma <i>gain</i> horizontal.....	III-18
3.17	Ilustrasi ketika nilai $\theta \leq 0$	III-19
3.18	Untuk kondisi <i>user</i> sehingga $d_{\theta} \leq D$	III-19
3.19	Untuk kondisi <i>user</i> sehingga $d_{\theta} > D$	III-20
3.20	Susunan γ secara hirarki.....	III-20
3.21	Algoritma <i>gain</i> antena vertikal.....	III-21
3.22	Evolusi daya penerimaan sinyal.....	III-22
3.23	Flowchart perhitungan penerimaan daya sinyal.....	III-22
3.24	Model algoritma metoda Analisa.....	III-24
3.25	Skenario percobaan pada penelitian.....	III-25
3.26	Skenario <i>uniformly-pointing distribution</i>	III-25
3.27	Skenario <i>Contra pointing distribution</i>	III-26
4.1	Validasi posisi <i>site</i> hasil simulasi.....	IV-1
4.2	Validasi hasil pengukuran jarak antar titik sampel.....	IV-2
4.3	<i>Coverage cell</i> -13 dengan tinggi antena 20m, <i>downtilt</i> 5.....	IV-3
4.4	Visualisasi RSCP pada <i>Mapinfo</i> dengan variasi jumlah sampel.....	IV-4
4.5	Visualisasi hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 1000 meter.....	IV-8
4.6	Visualisasi hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 750 meter.....	IV-9
4.7	Visualisasi hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 500 meter.....	IV-10
4.8	Visualisasi hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 1000 meter...	IV-12
4.9	Visualisasi hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 750 meter...	IV-13
4.10	Visualisasi hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 500 meter...	IV-14
4.11	Model <i>Co-channel Interference</i> pada dua skenario.....	IV-15

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kontribusi Penelitian-Penelitian Terkait.....	II-3
2.2 Alokasi power dan <i>frequency</i> pada FFR.....	II-5
2.3 Alokasi power dan <i>frequency</i> pada SFR.....	II-5
2.4 Rentang standar kualitas nilai SINR.....	II-7
2.5 Tipe <i>feeder loss</i> dalam jarak 100 m.....	II-15
2.6 Nilai <i>loss</i> dari beberapa komponen.....	II-22
3.1 Akumulasi waktu penelitian.....	III-1
3.2 Hasil perhitungan radius <i>site</i>	III-7
3.3 Data engineering parameter radius 1000 meter.....	III-7
3.4 Skenario tinggi antena 15 meter.....	III-13
3.5 Skenario tinggi antena 20 meter.....	III-13
3.6 Skenario tinggi antena 25 meter.....	III-13
3.7 Bidang <i>longitude</i>	III-23
3.8 Bidang <i>latitude</i>	III-23
4.1 Percobaan durasi simulasi terhadap jumlah sampel beberapa skenario.....	IV-5
4.2 <i>Setting</i> skenario berdasarkan <i>site</i> , <i>pathloss</i> dan <i>layout</i>	IV-6
4.3 Hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 1000 meter.....	IV-7
4.4 Hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 750 meter.....	IV-8
4.5 Hasil simulasi <i>uniformly</i> pada radius 500 meter.....	IV-10
4.6 Hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 1000 meter.....	IV-11
4.7 Hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 750 meter.....	IV-12
4.8 Hasil simulasi <i>contra pointing</i> pada radius 500 meter.....	IV-14

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Daya yang dipengaruhi <i>noise</i>	II-8
2.2 Memperoleh nilai <i>gain</i> total.....	II-16
2.3 Menentukan jarak antara <i>site</i> dengan <i>user</i>	II-17
2.4 Model propagasi <i>Cost-231: Walfish Ikegami</i> pada kondisi <i>LOS</i>	II-19
2.5 Model propagasi <i>Cost-231: Walfish Ikegami</i> pada kondisi <i>NLOS</i>	II-19
2.6 Memperoleh nilai dari variabel (L_{rts}).....	II-19
2.7 Memperoleh nilai dari variabel (L_{ori}).....	II-19
2.8 Memperoleh nilai dari variabel (L_{msd}).....	II-19
2.9 Menghitung persamaan dari variabel (L_{bsh}).....	II-20
2.10 Menghitung persamaan dari variabel (K_a).....	II-20
2.11 Menghitung persamaan dari variabel (K_d).....	II-20
2.12 Menghitung persamaan dari variabel (K_f).....	II-20
2.13 Model perhitungan <i>pathloss Hata-cost 231</i> untuk wilayah urban.....	II-21
3.1 Hubungan antara variabel P dan T ini terhadap dimensi <i>layout</i>	III-9
3.2 Penomoran <i>sampling</i> (S_i).....	III-9
3.3 Koordinat dari setiap <i>sample</i> tersebut (x_i, y_i).....	III-10
3.4 Persamaan model <i>Cost-231 Walfish Ikegami</i>	III-11
3.5 Persamaan jarak propagasi pada <i>user</i> ($d_{prop,m}$).....	III-11
3.6 Persamaan ketika posisi <i>user</i> berada pada posisi <i>site</i>	III-11
3.7 Persamaan posisi <i>user</i> berada pada kuadran I.....	III-14
3.8 Turunan dari persamaan <i>user</i> berada pada kuadran I.....	III-15
3.9 Persamaan posisi <i>user</i> berimpit dengan posisi <i>site</i>	III-15
3.10 Persamaan posisi <i>user</i> berada pada kuadran II.....	III-16
3.11 Persamaan posisi <i>user</i> berada pada kuadran III.....	III-16
3.12 Persamaan posisi <i>user</i> berada pada kuadran IV.....	III-17
3.13 Persamaan menentukan nilai (δ).....	III-17
3.14 Jarak <i>mobile user</i> relatif terhadap posisi <i>site</i> secara horizontal.....	III-18
3.15 Jarak penguatan sinyal maksimum secara vertikal.....	III-19
3.16 Setting <i>downtilt</i> antenna $\theta \leq 0$	III-19

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.1.7	Persamaan Ketika kondisi $d_\theta \leq D$	III-20
3.1.8	Persamaan Ketika kondisi $d_\theta > D$	III-20
3.1.9	Persamaan untuk memperoleh nilai penguatan total.....	III-21
4.1	Persamaan untuk radius 1000 meter diperoleh nilai variabel P dan T.....	IV-3
4.2	Konversi dB menjadi <i>watt</i>	IV-16
4.3	Persamaan hasil kapasitas berdasarkan teori <i>shannon</i>	IV-16



UIN SUSKA RIAU

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak mewabahnya virus corona atau dikenal juga sebagai Covid-19 pada akhir Januari 2020, memicu lonjakan permintaan trafik internet yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh pemberlakuan kebijakan pembatasan sosial berskala besar (PSBB) oleh pemerintah, sehingga sebagian besar masyarakat aktif beralih kepada metoda *online* untuk aktivitas sehari-harinya. Mulai dari pembelajaran, rapat-rapat, hingga ke proses penjualan telah banyak dilakukan dengan metoda dalam jaringan (Daring). Dengan demikian selama proses isolasi mandiri ini, kebutuhan akses internet menjadi keharusan bagi mereka yang tetap aktif bekerja dan bersosialisasi.

Permintaan akses internet yang cukup tinggi tersebut, juga dirasakan oleh para operator selular di Indonesia. Menurut berita *online* pada tanggal 6 April 2020 [1], trafik Telkomsel telah meningkat 16% dari keadaan sebelumnya. Operator XL Axiata menyatakan bahwa terjadi peningkatan trafik lebih dari 15% hampir di seluruh wilayah operasionalnya [2], dimana layanan *streaming* mendominasi 66% kebutuhan penggunanya. Hal yang sama diakui oleh operator lainnya seperti *Indosat Ooredoo*, *Smartfren* dan *Tri*, dimana terjadi variasi peningkatan trafik 11 – 16%, semenjak diberlakukannya *Work From Home* (WFH) di Indonesia [3]. Dalam berita *online* tersebut juga disebut bahwa **peningkatan trafik telah menimbulkan akses yang melambat hampir di seluruh jaringan selular.**

Terkait dengan melambatnya layanan internet tersebut, operator selular mulai fokus pada pemberdayaan kapasitas 4G. Pemikiran ini cukup relevan mengingat kapasitas teknologi ini jauh lebih baik dari 3G, meskipun dalam mode *High Speed Packet Access* (HSPA) sekalipun. Sedangkan pengembangan teknologi terbaru seperti 5G, belum cukup diminat atau dikenal kalangan penggunanya dan juga kesiapan terminalnya yang masih cukup terbatas. Oleh karena itu, solusi melambatnya jaringan operator selular adalah dengan meningkatkan kapasitas jaringan 4G yang telah ada (*existing*).

Salah satu metoda dalam meningkatkan kapasitas 4G tersebut adalah dengan mengoptimalkan penggunaan pita *frequency*, yang disebut dengan metoda *frequency reuse*. Menurut [8], metoda *reuse* yang dapat digunakan pada jaringan 4G secara umum dapat

dimodelkan dalam tiga metoda, yakni: *Frequency Reuse Conventional*, *Fractional Frequency Reuse* dan *Soft-Frequency Reuse*. Metoda konvensional adalah yang selama ini umum digunakan, dengan kapasitas yang sangat terbatas dan bergantung pada kebutuhan *bandwidth* yang dimiliki oleh operator 4G [5]. Meskipun *Soft-Fractional* memiliki kapasitas terbaik, tetapi permasalahan interferensi yang dimiliki cukup rumit untuk diselesaikan dan masih menjadi wacana pengembangan dalam berbagai penelitian [4]. Sehingga pilihan pada metoda *Fractional Frequency Reuse*, lebih realistis untuk diimplementasikan oleh para operator selular dalam kebutuhan yang mendesak saat ini [9].

Meskipun demikian, belum ada penelitian yang menguji implementasi metoda *Fractional* dalam berbagai radius *cell*. Hal ini sangat diperlukan mengingat adanya perbedaan dan variasi radius *cell* yang terjadi di lapangan. Akibatnya, terjadi perbedaan tingkat interferensi yang dapat terjadi ketika ukuran model *cell* yang digunakan berubah dari *Macrocell* menjadi *Microcell*. Sedangkan proses peningkatan kapasitas jaringan pada akhirnya memerlukan pembangunan *site-site* baru yang merubah model *cell* menjadi lebih kecil. Kondisi tersebut akan lebih rumit ketika *cell-cell* yang digunakan bersifat sektoral, dimana pointing dari antenna pada *band frequency* yang sama akan saling berinterferensi. Dengan kata lain, pembangunan *site-site* baru akan berdampak pada perubahan jarak *reuse* yang akan memicu pada peningkatan interferensi yang diperbolehkan untuk mendapatkan kapasitas yang lebih besar.

Berdasarkan fakta tersebut di atas, penulis melihat sebuah pertanyaan baru yang perlu untuk diteliti lebih lanjut berkaitan dengan implementasi Metoda *Fractional* pada perencanaan jaringan 4G. Jika penambahan *site-site* baru dilakukan untuk meningkatkan kapasitas, bagaimanakah jarak *reuse* minimum yang diperbolehkan sebagai dampak berubahnya radius *cell-cell existing*. Solusi yang diinginkan adalah berdasarkan *standard* interferensi minimum yang harus dicapai sebagaimana yang telah digunakan pada [10]. Oleh karena itu diperlukan skenario jarak dan arah datangnya interferensi sebagai variabel bebas yang akan digunakan lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Berapakah jarak *reuse* minimum pada perencanaan LTE 1800MHz berdasarkan arah *Pointing Interferer* dengan menggunakan metoda *Fractional*?

1.3 Tujuan Penelitian

Menghitung jarak *reuse* minimum pada perencanaan LTE 1800Mhz berdasarkan arah *pointing Interferer* dengan menggunakan metoda *fractional*, serta menerapkan skenario jarak radius *cell* dan variasi arah *pointing*.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *tools matlab* dan *map info* sebagai alat bantu perhitungan.
2. Variabel terikat yang dianalisis fokus pada SINR, mengingat kekuatan penerimaan sinyal pada kondisi daerah urban harus memenuhi kriteria yang diinginkan.
3. Analisis dampak hanya dilakukan pada arah *downlink* di mana *user* disimulasikan bergerak menjauhi *cell* yang sedang melayani.
4. Jarak *user* terhadap *site* dianalisa dari 100m hingga 1.5 km

1.5 Kontribusi Penelitian

1. Sebagai acuan parameter radio dalam meningkatkan kapasitas jaringan dengan menggunakan metoda FFR, sehingga dampak *co-channel interference* dapat dicapai
2. Sebagai acuan referensi dalam memulai penelitian dibidang perencanaan dan pengembangan jaringan LTE pada *frequency* 1800 MHz.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Penelitian Terkait

Penggunaan jaringan 4G LTE di Indonesia masih dalam taraf pembangunan dan pengembangan. Beberapa faktor penting dalam mewujudkan hal tersebut adalah terkait *coverage* dan kapasitas kanal *frequency*. Pada faktanya jumlah UE pada suatu *cell* tidak dapat diprediksi, hal ini menyebabkan penggunaan kanal *frequency* menjadi tidak efektif. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah metoda yang dapat mengatasi keterbatasan *bandwidth* di suatu wilayah, sehingga penggunaan kanal *frekuensi* jadi lebih efektif dan efisien.

Metoda yang ditawarkan untuk meningkatkan efektifitas penggunaan *bandwidth* serta dapat mengatasi interferensi antar kanal diantaranya, seperti: *frequency reuse* konvensional (FR1) dan *fractional frequency reuse* (FFR). Metoda *frequency reuse* telah diterapkan sejak lama untuk mengatasi terjadinya interferensi, tetapi masalah lain seperti keterbatasan penggunaan kanal masih terjadi. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan terhadap metoda *frequency reuse* konvensional yang dikenal dengan FFR. Perbedaan mendasar antara keduanya adalah pada FFR dapat melakukan *management bandwidth*, dimana *bandwidth* yang diperoleh dari operator di alokasikan pada setiap sektor dalam jumlah yang sama dengan memperhatikan area cakupan. Maka penelitian dengan mengadopsi metoda FFR perlu dilakukan untuk mengatasi masalah keterbatasan kanal *frekuensi*.

Beberapa penelitian terkait *Frequency Reuse* telah dilakukan untuk mengetahui berapa persen tingkat interferensi pada *cell* yang menggunakan *frequency* yang sama. Seperti pada penelitian [5], perumusan masalah dilakukan dengan cara mempelajari seberapa besar dampak interferensi berdasarkan jarak *reuse*. Tujuan penelitian nya adalah untuk mengetahui persentase interferensi pada area tertentu dengan beberapa skenario penelitian. Metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah *frequency reuse* konvensional. Dimana metoda ini merupakan metoda yang sudah sejak lama digunakan dalam berbagai penelitian sejenis. Model *layout* pada penelitian ini berbentuk grafik daya transmisi dan grafik interferensi *co-channel*, dengan menggunakan simulasi *monte carlo*. Kemudian parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah nilai SINR.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya, penelitian dengan menggunakan beberapa metoda yang berbeda yaitu *frequency reuse*, *fractional frequency reuse* dan *soft frequency reuse* dinyatakan dalam penelitian[2]. Pada penelitian ini, melakukan perbandingan pada beberapa metoda diatas. Tujuan perbandingan tersebut dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai *throughput* yang terbaik untuk semua UE khususnya pada area *cell edge*. Membandingkan beberapa metoda sejenis dengan harapan dapat menemukan metoda terbaik dalam meningkatkan efektivitas spektrum. Penelitian tersebut dilakukan pada *layout* yang berbentuk *hexagonal* dengan fokus penelitian pada area *cell edge*. Teknik khusus yang digunakan pada penelitian tersebut adalah mode *Femtocell Base Station* (FBSs) dan *Microcell Base Station* (MBSs). Dalam penelitian ini yang parameter yang diukur adalah nilai SINR pada area *cell edge*.

Kemudian penelitian berdasarkan metoda *fractional frequency reuse* dirintis oleh penelitian [3]. Penelitian ini merupakan wujud dari keinginan untuk melakukan perancangan jaringan LTE serta manajemen *frequency* pada di wilayah Kota Bandung. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan perencanaan jaringan 4G-LTE di wilayah Bandung. Model *layout* yang digunakan berdasarkan data operator di wilayah Kota Bandung. Beberapa teknik khusus yang dilakukan pada penelitian tersebut diantaranya menambahkan *resource block* dan *power* pada *dimensioning cell*. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah nilai CINR dan *throughput*.

Penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas jaringan LTE menggunakan metoda *fractional frequency reuse* telah dinyatakan dalam penelitian [4]. Dimana, penelitian tersebut dilakukan dengan membuat skema penelitian berbasis *frequency reuse* pada enam buah *cell* dengan masing-masing *cell* memiliki tiga buah sektor. Sebelum melakukan skema diatas pada penelitian ini membandingkan metoda yang terbaik yang akan digunakan. Kemudian model *layout* yang digunakan pada penelitian tersebut berbentuk grafik dengan parameter *goodput*. Teknik khusus yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metoda antrian *first input first output*. Parameter yang diukur pada penelitiannya adalah nilai *throughput*.

Untuk mengetahui metoda terbaik dalam *management frequency*, maka pada *cell coverage* yang bersifat tidak beraturan telah dilakukan oleh penelitian [6]. Penelitian tersebut melakukan perbandingan metoda *frequency reuse* yaitu: *strict FFR*, *FFR* dan *FFR3* yang bertujuan untuk mengetahui metoda terbaik dalam melakukan *management*

2.2 Kontribusi Penelitian

Ref	Rumusan masalah	Tujuan	Metoda	Model Layout	Teknik khusus	Variable bebas	Variabel terikat
1 Riau	Mempelajari dampak interferensi berdasarkan jarak reuse	Mengetahui <i>percentages</i> interferensi pada area tertentu	<i>Frequency Reuse</i>	Grafik daya dan Grafik Interferensi <i>Co-channel</i>	<i>Monte Carlo Simulation</i> (MCS)	Jarak <i>Reuse</i> dan daya pancar sinyal	Nilai SINR
2	Membandingkan metoda FR,FFR dan SFR	Memperoleh nilai <i>throughput</i> terbaik untuk semua UE pada <i>cell edge</i>	<i>Frequency Reuse, Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse</i>	Mode FBSs dan Mode MBSs	<i>Matlab Simulation</i>	<i>Coverage cell</i>	Nilai SINR
3 State Islamic University of	Membandingkan metoda FR,FFR dan SFR	Melakukan perencanaan jaringan 4G-LTE wilayah kota Bandung	<i>Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse</i>	<i>Berdasarkan data operator LTE di wilayah Bandung</i>	Tambah <i>Resource Block</i> dan <i>Power Dimensioning cell</i>	Jumlah sampel	Nilai CINR dan <i>Throughput</i>
	Membandingkan antara metoda FR dan FFR	Meningkatkan efisiensi dan kualitas jaringan	<i>Fractional Frequency Reuse</i>	Berbentuk grafik dengan parameter <i>goodput</i>	<i>Metoda antrian First In First Out (FIFO)</i>	Lebar <i>Bandwidth</i> dan Daya pancar	Nilai <i>Throughput</i>
	Melakukan perbandingan metoda antara stritct FFR, SFR dan FFR3	Mengetahui metoda terbaik dalam <i>management frequency</i> pada <i>cell coverage</i> yang bersifat tidak beraturan	<i>Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse</i>	<i>Hexagonal Grid Model (HGM)</i>	<i>Homogeneous Poisson Point Process (PPP)</i>	Kapasitas <i>Cell</i> dan <i>Bandwidth</i>	Nilai SINR

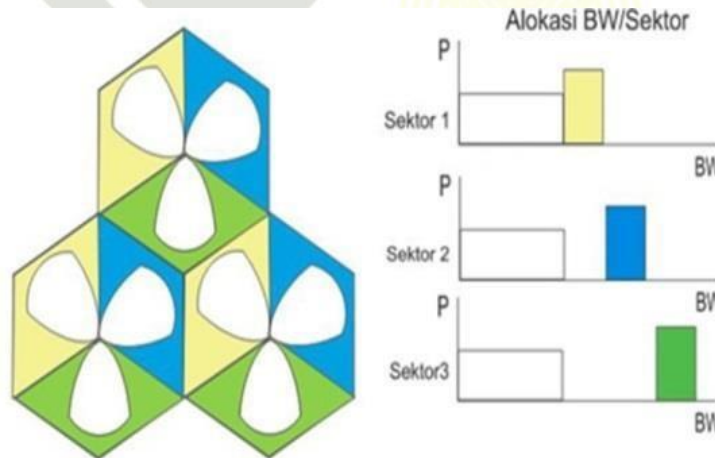
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3 Frequency Reuse

Salah satu kelemahan pada sistem selular adalah adanya penggunaan *frequency* atau kode yang sama, pada dua atau lebih *cell* yang berbeda dalam konfigurasi *clusternya*. Kelemahan ini dapat diminimalisasi dengan mendefinisikan besaran jarak *reuse resource* tersebut. Teknik pendefinisian jarak *reuse* dapat dihitung berdasarkan jumlah hexagonal yang dilalui secara vertikal (*i*) dan horizontal (*j*). Meskipun beberapa formula telah ditetapkan dalam beberapa literatur, tetapi konstanta vertikal dan horizontal ditentukan oleh model konfigurasi *cluster* yang digunakannya. Model jarak *reuse* yang terbentuk antara dua *cell* yang menggunakan frekuensi yang sama (*frequency reuse*) tetapi berada pada jarak tertentu.

Suatu metode dengan menggunakan *frequency* yang sama pada *cell* yang berbeda dengan jarak *reuse* tertentu dikenal dengan istilah *Frequency Reuse* (FR1). Berdasarkan penelitian [2], menyatakan bahwa *frequency reuse* merupakan suatu metode yang digunakan untuk manajemen *bandwidth* pada jaringan selular, dimana setiap *User Equipment* (UE) diberikan *bandwidth* sesuai kebutuhan dan posisi UE. Oleh karena itu, dengan menggunakan metoda ini penggunaan *bandwidth* akan lebih efektif dan efisien.



Gambar 2.1 Alokasi power dan *frequency* pada FFR [3]

FR1 merupakan metoda yang bersifat konvensional, artinya metoda ini sudah digunakan secara umum serta dianggap sebagai metoda lama. Pengembangan dari FR1 dikenal dengan istilah *Fractional Frequency Reuse* (FFR) dan *Soft Frequency Reuse* (SFR). FFR dan SFR merupakan metoda yang dapat membagi *cell* menjadi dua wilayah yaitu *cell edge* (*Outer-cell*) dan *cell center* (*inner-cell*), wilayah yang berada pada pinggir *cell* disebut *cell edge* kemudian wilayah yang terletak ditengah *cell* atau dekat dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pemancar adalah *cell center*. Perbedaan antara kedua metoda tersebut yaitu pada pembagian *bandwidth*, dimana FFR tidak membagi *bandwidth* pada masing-masing sektor di wilayah *cell edge*, kemudian FFR juga tidak menggunakan seluruh *bandwidth* yang tersedia untuk seluruh sektornya. Berbeda dengan FFR, metoda SFR membagi *bandwidth* pada wilayah *cell edge* untuk masing-masing sektor dan memanfaatkan seluruh *bandwith* yang tersedia untuk dibagi pada seluruh sektornya.

Oleh sebab itu, metoda SFR dinilai lebih efektif dari segi *management bandwith* pada jaringan selular. Namun metoda tersebut sangat sulit diterapkan pada *cell* dengan alokasi *bandwith* yang kecil. Hal ini disebabkan ketika SFR membagi *bandwidth* pada setiap sektor maka seluruh *bandwidth* akan digunakan. Maka apabila metoda tersebut diterapkan pada *cell* dengan alokasi *bandwidth* yang kecil, akan sulit dalam penerapannya. Contoh alokasi daya dan *frequency* pada FFR dan SFR dapat dilihat pada tabel (2.2) dan tabel (2.3).

Tabel 2.2 Alokasi power dan *frequency* pada FFR [3]

Sektor	Area	Daya	<i>Bandwidth</i>	<i>Frequency</i>
1,2,3	<i>Cell Edge</i>	1.2 dB	5	1805-1810 MHz
1	<i>Cell Center</i>	0	5	1810-1815 MHz
2		0	5	1815-1820 MHz
3		0	5	1820-1825 MHz

Tabel 2.3 Alokasi power dan *frequency* pada SFR [3]

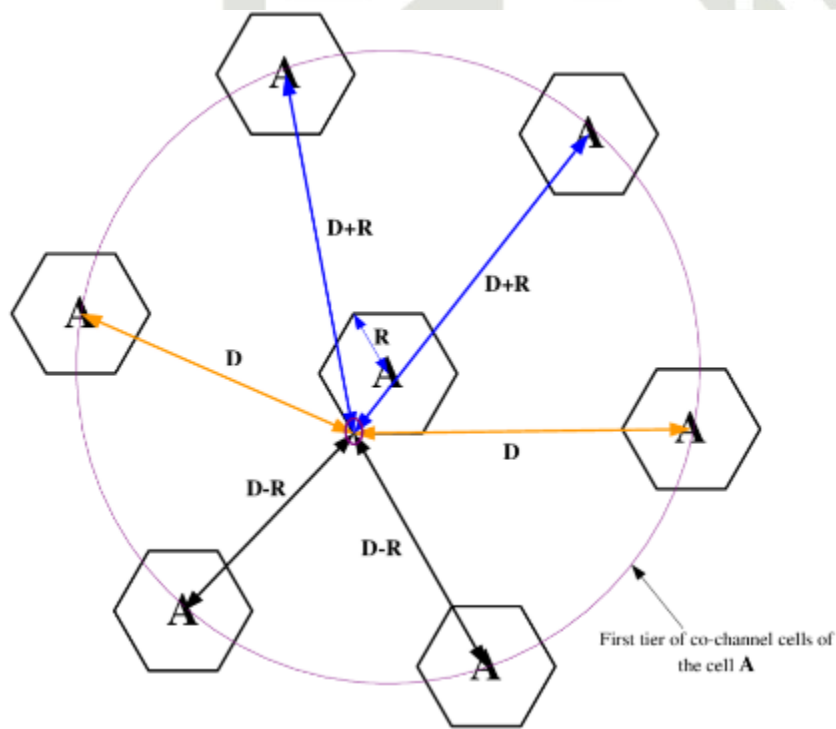
Sektor	Area	Daya	<i>Bandwidth</i>	<i>Frequency</i>
1	<i>Cell Center</i>	0 dB	14 MHz	1810-1820 MHz
2			14 MHz	1805-1812 MHz
3			14 MHz	&1815-1820 MHz
1	<i>Cell Edge</i>	1.3 dB	6 MHz	1805-1815 MHz
2			6 MHz	1810-1815 MHz
3			6 MHz	1815-1820 MHz

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4 Model Co-channel Interference

Interferensi merupakan salah satu masalah yang mempengaruhi kinerja dari sistem radio selular. Penyebab interferensi dapat berupa pengguna lain yang terdapat dalam satu *cell*, ketika panggilan yang dilakukan pada *cell* tetangga namun menggunakan kanal *frequency* yang sama. Kemudian dapat juga diartikan sebagai *base station* lain yang sedang beroperasi pada *band frequency* yang sama, atau kebocoran sumber daya yang diakibatkan oleh kebocoran sistem non selular yang masuk dalam *band frequency* selular. Interferensi pada kanal suara akan menyebabkan *cross talk*, yaitu pelanggan akan mendengar interferensi *background* dari transmisi yang tidak diinginkan. Interferensi pada sistem komunikasi selular merupakan gangguan pada jaringan komunikasi yang disebabkan ikut diterimanya sinyal *frequency* lain dari sumber yang tidak diinginkan.



Gambar 2.2 Model *co-channel interference* [15]

Gangguan interferensi yang disebabkan oleh penggunaan kanal yang sama disebut dengan *Co-channel Interference*. Hal ini dapat terjadi apabila *frequency* pada kanal yang sama digunakan secara bersamaan dengan *cell* yang berbeda. Pada gambar (2.2) dapat terlihat antara *cell* yang terdapat tanda panah berwarna kuning saling

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menginterferensi. Suatu pemicu yang menyebabkan terjadinya interferensi pada gambar tersebut karena jarak antar *cell* saling berdekatan, kemudian masing-masing sektor antar *cell* saling berhadapan. Untuk mengetahui rasio nilai interferensi disebabkan oleh sumber lain yang menggunakan *frequency* yang sama, maka pada teknologi LTE digunakan parameter yang disebut SINR. Istilah SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*) merupakan perbandingan antara kuat sinyal kemudian berbanding dengan noise *background*. Nilai SINR *user* pada perbatasan *cell* (*cell edge*) secara tidak langsung dapat mempengaruhi *throughput user*, jika nilai SINR besar maka *throughput* juga besar akan tetapi jika SINR kecil maka nilai *throughput* akan kecil [6].

Tabel 2.4 Rentang standar kualitas nilai SINR [7]

Kategori	Range Nilai SINR
Sangat Bagus	$30, \leq 15$
Bagus	$15, \leq 0$
Normal	$0, \leq -15$
Buruk	$-5, \leq -11$
Sangat Buruk	$-11, \leq -20$

Pada teknologi generasi sebelumnya penyebutan *SINR* berbeda-beda, seperti pada teknologi generasi kedua (2G) dapat dianalogikan sebagai *RxQual*, selanjutnya pada teknologi generasi ketiga (3G) diartikan sebagai *Ec/Io* hal ini disebabkan karena adanya *gain* pada *line coding*. Pada tabel (2.4) menunjukan *range* kualitas SINR yang dapat menjadi acuan berbagai operator jaringan.

Berkaitan dengan *noise*/gangguan dimana yang jenis yang paling umum adalah *thermal noise*, hal ini merupakan *noise* yang disebabkan oleh panas, baik dari perangkat itu sendiri atau faktor eksternal lainnya. kemudian untuk menghitung *thermal noise* dibutuhkan beberapa parameter, yaitu nilai *bandwidth* (B)= 5 MHz, suhu (T)= 40°C = 313.15° K dan nilai konstanta *boltzman* (K)= 1.38065×10^{-23} J/K. Setelah diperoleh nilai dari setiap parameter yang dibutuhkan maka dapat diturunkan pada persamaan berikut

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

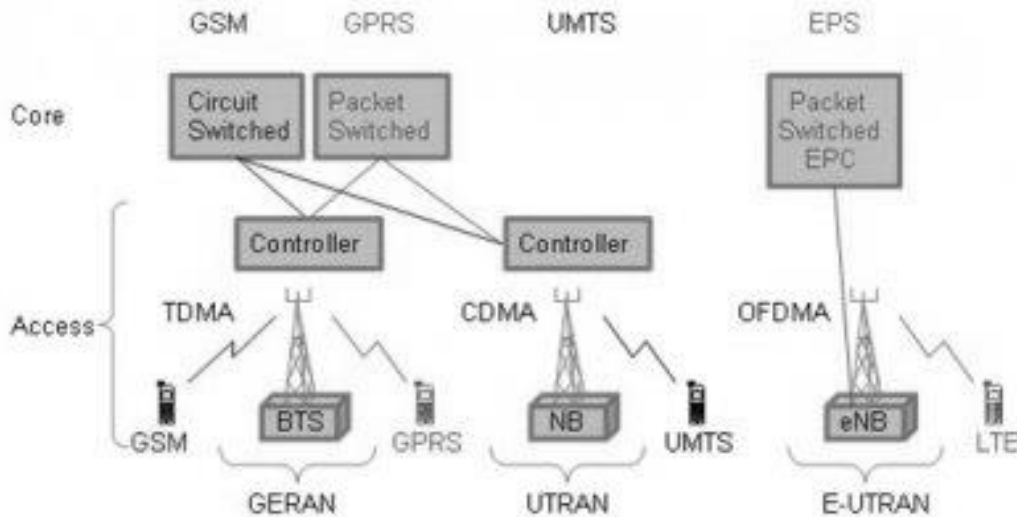
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$P_n(dBm) = \frac{10 \log 10 (1000 \cdot K \cdot T \cdot B)}{10 \log 10 (1000 \cdot 1.38065 \times 10^{-23} J/K \cdot 313.15^\circ K \cdot 5 \times 10^6 \text{ Hz})} \quad (2.1)$$

$$-106.65 \text{ dBm}$$

2.5 Teori Selular

3GPP-LTE (*Long Term Evolution*) atau sering disingkat dengan LTE, merupakan teknologi selular (4G) yang dibangun secara *co-operational network* bersama-sama dengan teknologi *standard* 3GPP sebelumnya, yakni *Global System for Mobile Communication* (GSM) dan *Wide-band Code Division Multiple Access* (WCDMA). Menurut standard 3GPP, jaringan LTE ini merupakan kelanjutan teknologi dari *GSM-Edge Radio Access Network* (GERAN) sebagai generasi ke-2 (2G) dan *Universal Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) sebagai generasi ke-3. Jaringan LTE ini kemudian dikenal *Evolved-UTRAN* (E-UTRAN). Pengembangan arsitektur jaringan selular model 3GPP tersebut diperlihatkan oleh gambar (2.3), dimana perubahan terjadi pada jaringan akses dan *core network*.



Gambar 2.3 Evolusi jaringan dari GSM ke LTE [17]

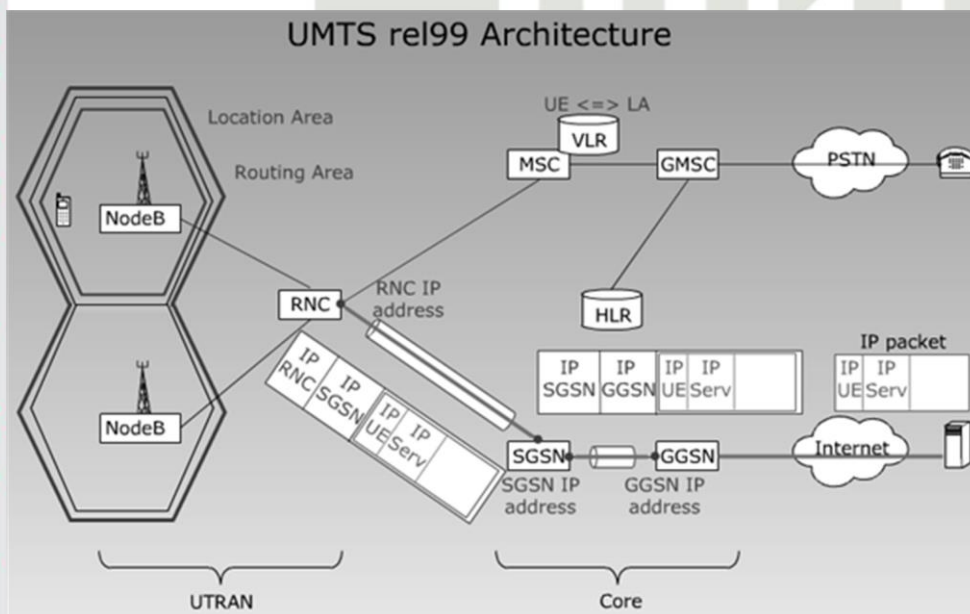
Metoda akses pada teknologi selular umumnya kombinasi dari beberapa teknik akses dasar adalah seperti *Frequency Division Multiple Access* (FDMA), *Time Division Multiple Access* (TDMA) dan *Code Division Multiple Access* (CDMA). Pada teknologi GSM, metoda akses yang digunakan merupakan kombinasi dari FDMA dan TDMA, di

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mana *frequency carrier* dipecah-pecah menjadi pita-pita sub-carrier yang lebih kecil, dan setiap sub-carrier kemudian digunakan secara bergantian berdasarkan *slot* waktu. Sehingga alokasi *frequency* akses untuk setiap *cell-cell* pada jaringan GSM terdiri dari beberapa sub-carrier, tetapi mereka bersifat unik pada setiap *cluster* nya. Berbeda halnya dengan GSM, setiap *cell* WCDMA boleh jadi hanya terdiri dari 1 *cell* dan *frequency carrier* yang digunakan sama untuk seluruh area *cluster*. Identifikasi unik pada setiap *cell*-nya adalah berdasarkan alokasi kode-kode yang jumlahnya cukup besar, meskipun jumlah sel pada suatu *cluster* meningkat. Sedangkan pada sistem LTE, metoda akses yang digunakan berbeda, dimana *uplink* berbasis *Single Carrier – FDMA* (SC-FDMA) dan *downlink* berbasis *orthogonal – FDMA* (OFDMA).

Pengembangan sistem selular Model 3GPP, diinisialisasi oleh badan *standard* Eropa yang bernama *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) dengan teknologi pertamanya GSM. Kemudian badan standard ini bersama-sama dengan beberapa negara asia membentuk tim kerja bersama yang disebut dengan the 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP), yang mana pada mulanya bertujuan untuk mengembangkan teknologi generasi ketiga yakni WCDMA. Berdasarkan model jaringan GSM pada ETSI, kemudian teknologi 3G tersebut dibangun secara *co-operational network*, yang disebut dengan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS). Model jaringan UMTS inilah yang kemudian distandarisasi oleh 3GPP pertama kali, yang dikenal dengan nama *release 1999* (Rel-99).



Gambar 2.4 Arsitektur UMTS pada Rel-99 [16]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kerja tim 3GPP selanjutnya adalah mengembangkan Rel-99 pada kinerja *downlink* dan *uplink*. Setelah Rel-99, penamaan *release* 3GPP kemudian diurutkan berdasarkan nomor dan bukan tahun. Penomoran *release* selanjutnya dimulai dari *release*-4 tahun 2000/2001, hingga sekarang *release*-17 tahun 2020. Perbaikan kinerja pada *downlink* WCDMA diberikan oleh *release*-5 yang disebut dengan teknologi *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA). Kinerja *Uplink* kemudian diperbaiki dengan teknologi yang disebut dengan *High Speed Uplink Packet Access* (HSUPA) berdasarkan *release*-6. Sedangkan penggabungan dan penyempurnaan kedua *link* pada jaringan WCDMA distandarisasi oleh *release*-7 dan 8, yang disebut dengan *Evolved High Speed Packet Access* (HSPA+). Melalui badan *standard* yang sama, teknologi 3GPP beralih ke generasi selanjutnya (4G) yang disebut dengan LTE dan *LTE Advanced*, dengan rekomendasi berdasarkan *release* 8 hingga seterusnya.

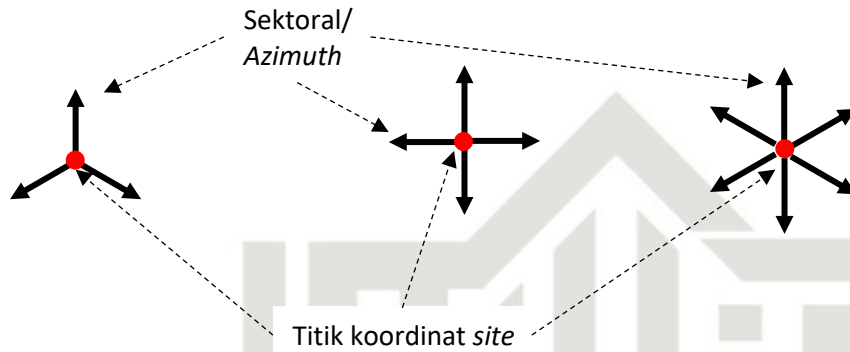


Gambar 2.5 Standarisasi jaringan selular model 3GPP [17]

Pada prinsipnya, komunikasi selular merupakan komunikasi berbasis kepada kumpulan dari beberapa *cell-cell* yang mencakupi suatu area layanan. Perpindahan pengguna (*user*) dari suatu *cell* ke *cell* lainnya, disebut dengan peristiwa (*event*) *handover*. Dalam hal ini, perpindahan *user* dari satu *cell* ke *cell* lainnya memerlukan model *mobility*, ketika penelitian fokus pada *drop call* akibat kelemahan pada *setting handover*.

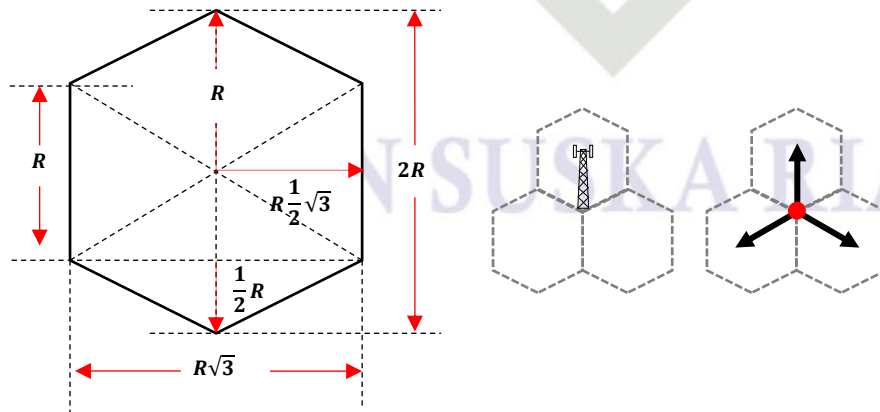
Model *site* terdiri dari beberapa sektor atau *cell*, yang merepresentasikan perbedaan *azimuth* layanan yang diberikan oleh antena. Sebagian penelitian yang menggunakan model antena *omni-directional*, di mana keberadaan sektor dapat diabaikan, sehingga *site* akhirnya dimodelkan sebagai sebuah *cell*. Sedangkan pada penggunaan model antena *directional*, *site* dapat dibagi dalam beberapa sektor, misalnya 3 sektor ataupun berupa 4 sektor. Meskipun suatu *site* telah mendefinisikan sektoralnya, bukan berarti jumlah *cell* sama dengan jumlah sektornya. Hal ini bergantung pada

alokasi *sub-band frequency* yang digunakan untuk setiap sektornya. Dengan kata lain, distribusi *cell* pada *layout* hanya menggambarkan satu *cell* pada setiap sektornya, walaupun faktanya setiap sektor tersebut terdiri dari beberapa *cell*.



Gambar 2.6 Simbol *site* dan sektor pada *layout*

Model *coverage cell* umumnya disajikan dalam tiga bentuk, yaitu, lingkaran, persegi dan hexagonal. Model lingkaran sering digunakan pada *site* yang terdiri dari satu *cell* (*omni-directional*). *Coverage* setiap *site* dapat digambarkan secara *overlap* satu sama lainnya, dengan tujuan untuk mengantisipasi *blank-spot*, sehingga *site omni-directional* juga dapat dimodelkan sebagai sebuah hexagonal, untuk memudahkan dalam pendistribusian *site-site layout*. Tetapi, model hexagonal sering juga untuk menyajikan *site* dengan konfigurasi 3-sektor, dimana masing-masing sektor digambarkan sebagai satu hexagonal. Sedangkan model persegi, hanya cocok digunakan pada *site* dengan konfigurasi 4-sektor.



Gambar 2.7 Karakteristik dimensi dan pemodelan *site*-sektoral hexagonal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

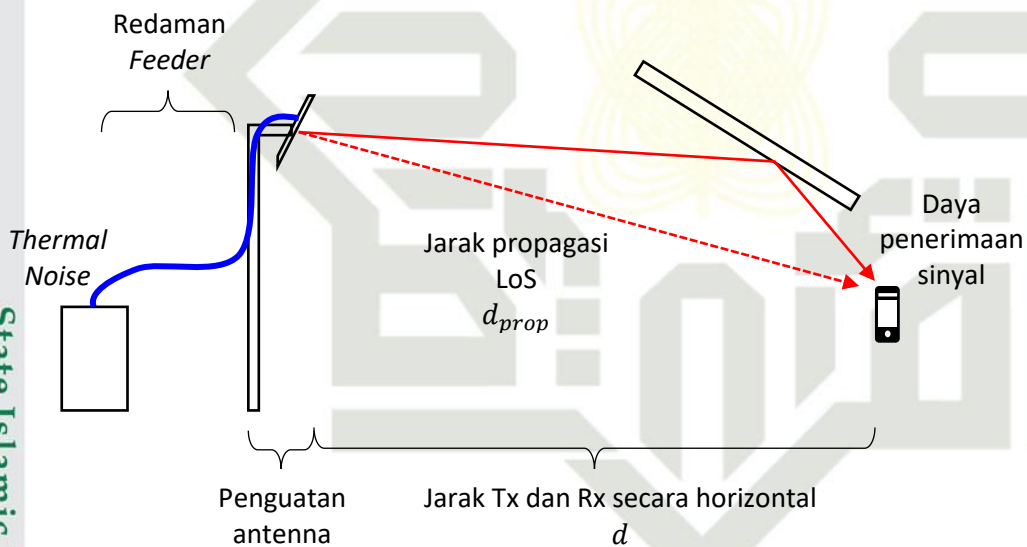
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan bentuk-bentuk *cell* tersebut, kemudian jarak antar *site* (*inter-site distance*) harus didefinisikan sebagai representasi dari jenis lingkungan yang akan dilayani. Jenis lingkungan ini merujuk pada *cell* dengan *coverage* yang luas, seperti *Cell* dan *Macrocell*, atau *coverage* yang lebih kecil seperti halnya *microcell* dan *femtocell*.

2.5.1 Transmitter e-NodeB

Sinyal yang diterima *user* dalam hal ini adalah *mobile* merupakan model perjalanan perubahan level daya yang disebabkan oleh perubahan medium dan hambatan yang dialaminya. Proses perjalanan sinyal dimulai ketika daya pertama kali dibangkitkan oleh transmitter pada level tertentu, dan mengalami redaman dan penguatan di dalam sistem yang dimodelkan. Model ini dapat diilustrasikan oleh gambar berikut ini:



Gambar 2.8 Mekanisme penerimaan daya sinyal pada *user*

Berdasarkan gambar (2.8) diatas merupakan tahapan penerimaan sinyal secara umum, pada gambar tersebut terlihat data dikirim dari *eNodeB* dengan model *pathloss* tertentu kemudian melewati kanal transmisi dan terjadi *loss*, *noise* dan interferensi. Hal tersebut disebabkan oleh *frequency* yang berasal dari sumber yang berbeda namun berada dalam kanal *frequency* yang sama. Penetrasi *loss* dapat berupa dinding beton dan pepohonan tergantung lintasan yang dilewati, hal ini terkait dengan pengurangan daya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

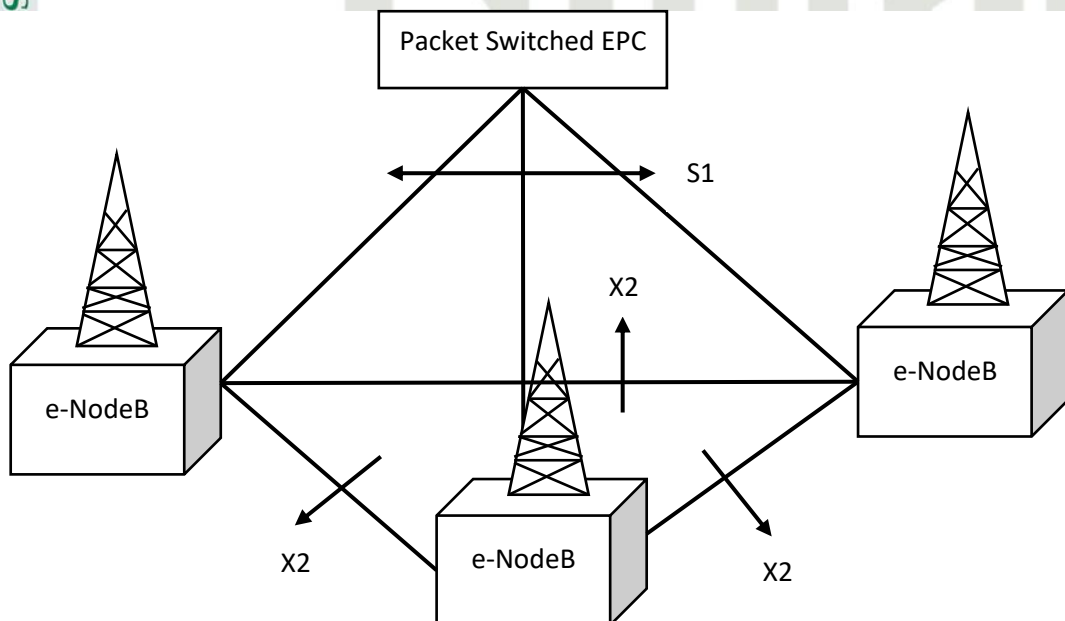
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

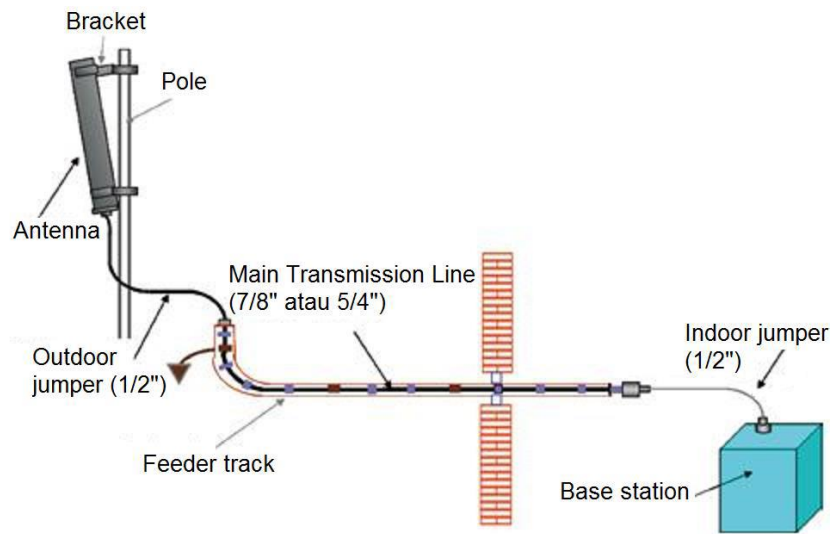
sinyal pada saat melewati suatu objek tertentu. Keadaan derau yang mengganggu kualitas sinyal informasi biasa dikenal dengan istilah *noise*, hal ini dapat mempengaruhi informasi yang ditransmisikan pada kanal transmisi. Proses penerimaan sinyal pada prinsipnya harus memperhatikan berbagai kemungkinan yang terjadi, karena banyak faktor yang mempengaruhi sinyal ketika ditransmisikan.

Berbeda dengan teknologi sebelumnya, tahapan proses penerimaan sinyal pada jaringan 4G-LTE adalah melakukan komunikasi antar *eNodeB* (*Evolved Node-B*). Dalam sebuah *cell*, *eNodeB* pada teknologi LTE dapat diartikan sebagai *base station* dan hampir sama dengan *NodeB* pada WCDMA. Tetapi terdapat perbedaan pada prinsip kerja, dimana pada LTE seluruh data yang berasal dari setiap *eNodeB* dikumpulkan dan dikirim secara bersamaan menuju EPC (*Evolved Packet Core*). Metoda pengiriman data pada teknologi 4G-LTE menggunakan *packet switching*, oleh sebab itu teknologi ini tidak melayani komunikasi berbasis *voice*. Hal tersebut dapat dilihat pada saat melakukan komunikasi melalui *telephone*, secara otomatis jaringan akan beralih ke 3G atau 2G untuk melanjutkan panggilan. Oleh karena itu, teknologi 4G-LTE tidak dapat bekerja sendiri dalam sebuah sistem komunikasi, melainkan butuh teknologi sebelumnya untuk melakukan beberapa fungsi pada jaringan selular. Terkait alur transmisi data teknologi LTE dapat dilihat pada gambar (2.9).



Gambar 2.9 Alur transmisi pada teknologi LTE

2.5.12 Sistem Feeding



Gambar 2.10 Sistem kerja *feeder* pada *eNodeB* [12]

Komponen penting dalam suatu sistem kerja antena salah satunya adalah *feeder*, dikatakan penting karena *feeder* merupakan penghubung antara *transmitter* (*base station*) dengan antena sektoral, yang biasa disebut dengan kabel *feeder*. Beberapa jenis kabel *feeder* yang paling banyak digunakan juga memiliki nilai *loss* dalam radius tertentu. Sistem kerja *feeder* dalam suatu jaringan dapat dilihat pada gambar (2.10). Kabel *feeder* ini di pasang pada suatu *cable tray* yang berada pada sisi dalam tower, kemudian masuk ke *shelter* dengan tinggi dari tanah sekitar 5 meter sebelum terhubung ke kabel *jumper*. Pada komunikasi *cellular*, terdapat empat jenis kabel *feeder* yang sering digunakan yaitu kabel 1/2", 7/8", 5/8" dan 13/8" seperti yang diperlihatkan pada model gambar (2.10). Kabel 1/2" digunakan sebagai kabel *jumper* untuk menghubungkan antena ke *feeder* utama atau *transmitter* dengan *feeder* utama dengan panjang 1 – 3 meter. Untuk *feeder* utama, menggunakan diameter yang lebih besar agar mendapatkan *loss* yang minimum. Rugi-rugi *feeder* (*feeding loss*) adalah rugi-rugi yang dialami oleh sinyal radio ketika *transmitter* atau *receiver* menuju ke antena. Hal tersebut terdiri dari kombinasi antara *jumper*, *feeder* dan konektor.

Pada analisis BTS, *feeding loss* dan redaman maksimum harus diperhatikan karena yang diperbolehkan umumnya hanya 2 dB. Tetapi, pada sisi *user*, di mana antena terintegrasi langsung di dalamnya, faktor redamannya dapat diabaikan [12]. Sehingga

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

total *loss* yang dihasilkan merupakan variasi panjang penggunaan jumper, *feeder* dan konektor, dengan masing-masing karakteristik *loss* diperlihatkan oleh tabel (2.5).



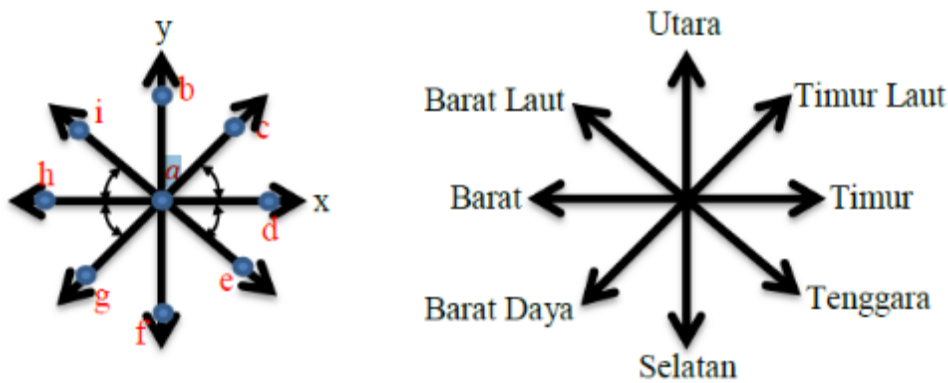
Gambar 2.11 Jenis-jenis kabel *feeder*

Tabel 2.5 Tipe *feeder loss* dalam jarak 100 m [7]

Frequency (MHz)	1/2 inch	7/8 inch	5/8 inch
450	4.6	2.6	1.8
800	6.3	3.5	2.5
900	6.8	3.8	2.7
1500	9.0	5.1	3.6
1800	10.0	5.6	4.2
2000	10.6	6.0	4.4
2300	11.5	6.6	4.9
2400	11.7	6.7	5.0
2500	12.0	6.9	5.1
3000	13.2	7.5	5.6
3300	13.9	7.9	5.9
3500	14.3	8.2	6.1

2.5.3 Karakteristik dan Penguatan Antenna

Dalam komunikasi selular ketika UE berkomunikasi dengan *site*, artinya secara tidak langsung UE menggunakan layanan yang diberikan oleh *site* dan bebas memilih posisi. Namun, posisi *user* atau UE relatif terhadap posisi *site*, yaitu *user* harus menyesuaikan posisi nya terhadap area cakupan *site*. Lain halnya ketika *site* relatif terhadap *user*, maka harus mempertimbangkan *gain* pada antena *transmitter*. Adapun untuk mengetahui propagasi *transmitter site* menuju ke *user* dapat didefinisikan dengan arah mata angin seperti pada gambar (2.12).



Gambar 2.12 Penunjukan posisi *user* model mata angin [7]

Penguatan antena (*antenna gain*) menurut [9] adalah besarnya penguatan radiasi tertinggi (*peak radiation*) terhadap model antena *isotropis*. Radiasi tertinggi ini dapat terjadi pada dua titik (*dipole antenna*), atau juga hanya pada satu titik saja (*directional antenna*). Sedangkan pada titik atau sisi lainnya besar radiasi akan semakin berkurang mengikuti fungsi pola radiasi antena itu sendiri. Oleh karena itu, model penguatan ini dapat dilihat dari dua *layer* yang berbeda, yakni secara horizontal (*horizontal gain*) dan vertikal (*vertical gain*). Total penguatan antena akhirnya merupakan akumulasi dari kedua penguatan tersebut dan dituliskan sebagai persamaan [10]:

$$G_{n,dB} = G_{H,dB} + G_{V,dB} \quad (2.2)$$

Untuk memudahkan pemodelan, maka dalam penelitian ini digunakan sudut *beta* (β) sebagai sudut posisi dari *user* terhadap arah utara dalam bidang horizontal. Sehingga sudut relatif yang terbentuk antara *azimuth* α dan sudut β dapat didefinisikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

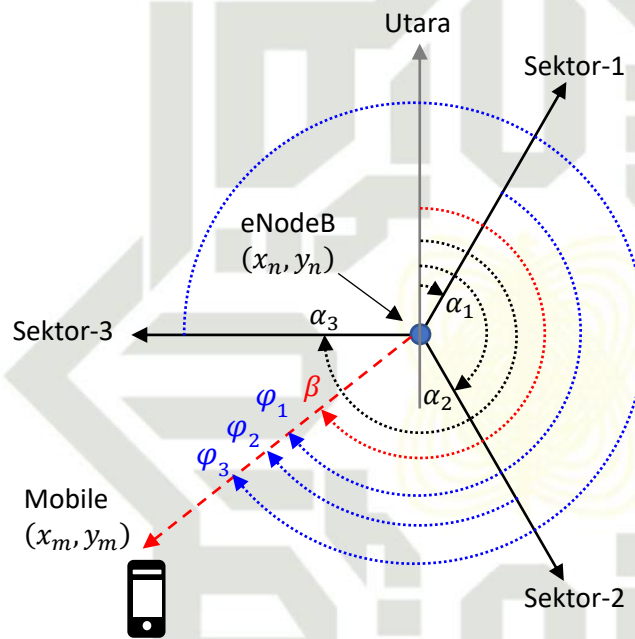
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sebagai sudut penguatan antena secara horizontal, dalam hal ini kita sebut sebagai sudut (α). Pada gambar (2.13), dapat dilihat bahwa posisi *user* relatif terhadap arah utara diilustrasikan oleh garis merah, yakni garis dari posisi *site* menuju posisi *user* (*mobile*). Jarak antara *site* dengan *user* diberikan oleh persamaan (2.3) berikut:

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \\ &= \sqrt{(x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2} \end{aligned} \quad (2.3)$$



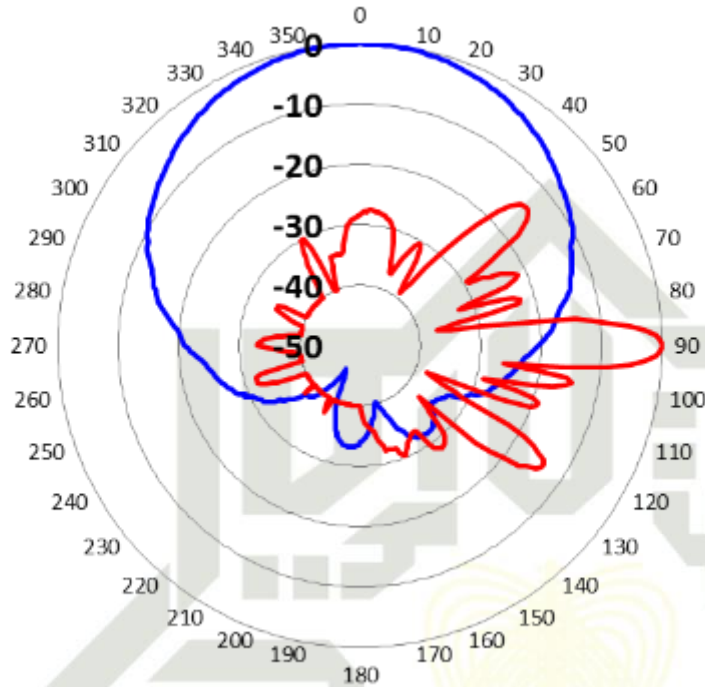
Gambar 2.13 Pendefinisian simbol α, β, φ berdasarkan gain horizontal

Jika posisi *user* di modelkan dalam bentuk koordinat (x_m, y_m) kemudian posisi *site* dimodelkan dengan koordinat (x_n, y_n). Penguatan yang dapat diberikan oleh antena dapat diukur dari perbandingan rasio penguatan yang diberikan oleh antena *isotropis*. Rasio perbandingan tersebut dapat dilihat dalam 2 bidang 2D, yakni secara horizontal dan vertikal. Perbandingan rasio ini kemudian dinyatakan dalam satuan *decibel isotropis* (dbi). Umumnya setiap *site* terdiri dari beberapa sektor, di mana setiap sektor dilengkapi dengan pengarah antena pemancar pada arah *azimuth* tertentu. Arah yang diberikan oleh setiap sektor ini kemudian dapat kita sebut sebagai sudut *alpha* (α). Posisi *user*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terhadap sudut α ini menentukan pemilihan nilai *gain* pada pola radiasi secara horizontal dan vertikal sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar (2.14).



Gambar 2.14 Pola radiasi *Kathrein 732215* secara horizontal dan vertikal

2.4 Model propagasi

Model propagasi merupakan perbandingan antara daya yang dipancarkan oleh antena *transmitter* terhadap daya yang diterima oleh antena *receiver*, sebagai akibat adanya berbagai mekanisme yang terjadi selama sinyal berpindah pada medium. Beberapa prosedur umum yang mempengaruhi perubahan sinyal tersebut adalah seperti pantulan (*reflection*), pembiasan (*refraction*) dan penghamburan (*diffraction*) dari sebagian sinyal. Dengan kata lain, model propagasi menggambarkan pengurangan energi sinyal saat berpindah baik melalui mekanisme propagasi (N-LoS, *non-line of sight*) atau pun tidak (LoS, *line of sight*).

Ketika kondisi *transmitter* dan *receiver* dalam keadaan *line of sight*, pengurangan energi atau daya sinyal kemudian bergantung pada jarak transmisi yang dilaluinya. Pada *frequency* kerja yang berbeda, pengurangan daya ini pun berbeda-beda. Fenomena ini dijelaskan dalam model propagasi model *Cost-231: Walfish Ikegami* pada kondisi LOS

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$P_{LOS} = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \quad (2.4)$$

Variabel P_{LOS} pada persamaan (2.4) merupakan rugi-rugi pada saat propagasi pada kondisi LOS. Kemudian simbol (d) menunjukkan jarak antara antena *transmitter* dan *receiver*. Simbol (f) adalah *frequency* kerja yang digunakan. Apabila menggunakan mekanisme propagasi lain, seperti *N-LOS* maka dapat dirumuskan sebagai berikut

$$P_{NLOS} = 32.44 + 20 \log(d) + 20 \log(f) + L_{rts} + L_{msd} \quad (2.5)$$

Berdasarkan persamaan (2.5) diatas dapat dijelaskan bahwa (P_{NLOS}) adalah rugi-rugi propagasi pada model *NLOS*, selanjutnya variabel (L_{rts}) merupakan rugi-rugi *roof stop to street*. Kemudian (L_{msd}) merupakan rugi-rugi pada *multi screen diffraction*.

Untuk memperoleh nilai dari variabel (L_{rts}) dapat dinyatakan pada persamaan (2.6) dibawah ini

$$L_{rts} = -16. - 10 \log(w) + 10 \log(f) + 20 \log(h_{roof} - h_m) + L_{ori} \quad (2.6)$$

Dimana, variabel (L_{ori}) merupakan faktor orientasi jalan terhadap sinyal datang, selanjutnya (h_{roof}) adalah tinggi gedung dan (h_m) sebagai variabel yang menyatakan tinggi antena penerima. Selanjutnya untuk mencari nilai L_{ori} dapat dinyatakan pada persamaan dibawah ini.

$$L_{rts} = \begin{cases} -10 + 0.354\varphi \\ 2.5 + 0.75 (\varphi - 35) \\ 4.0 - 0.114 (\varphi - 55) \end{cases} \begin{cases} 0^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ \\ 35^\circ \leq \varphi \leq 55^\circ \\ 55^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (2.7)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dan untuk memperoleh nilai L_{msd} pada persamaan (2.8) adalah sebagai berikut

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) + 9 \log(b) \quad (2.8)$$

Dimana,

f = merupakan *frequency* kerja (MHz)

b = adalah jarak antar bangunan (m)

Kemudian, untuk menghitung persamaan L_{bsh} , k_a , k_d dan k_f adalah sebagai berikut.

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log[1 + (h_b - h_{roof})] & (h_b > h_{roof}) \\ -18 \log[1 + (h_b - h_{roof})] & (h_b < h_{roof}) \end{cases} \quad (2.9)$$

$$K_a = \begin{cases} 54 - 0.8 (h_b - h_{roof}) & (h_b > h_{roof}) \\ 54 - 0.8 (h_b - h_{roof}) \frac{d}{0.5} & (h_b \leq h_{roof} \text{ dan } d \geq 0.5 \text{ km}) \\ 54 - 0.8 (h_b - h_{roof}) & (h_b \leq h_{roof} \text{ dan } d \leq 0.5 \text{ km}) \end{cases} \quad (2.10)$$

$$K_d = \begin{cases} 18 - 15 \frac{h_b - h_{roof}}{h_{roof}} & (h_b > h_{roof}) \\ 18 - 15 \frac{h_b - h_{roof}}{h_{roof}} & (h_b \leq h_{roof}) \end{cases} \quad (2.11)$$

$$K_f = \begin{cases} -4 + 0.7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \text{untuk medium sized city} \\ -4 + 1.5 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \text{untuk metropolitan center} \end{cases} \quad (2.12)$$

Beberapa model kemudian lahir berdasarkan asumsi mekanisme yang berbeda-beda. Sehingga dalam pemodelan tersebut, sebagian mekanisme telah mengadopsi pengaruh gedung-gedung di wilayah perkotaan. Perbedaan utama pada model-model propagasi ini adalah wilayah *frequency* kerja yang berbeda-beda. Oleh karena itu, pemilihan model propagasi harus menyesuaikan dengan *frequency* kerja yang akan digunakan dalam simulasi sistem yang dirancang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Propagasi dengan model *Hata-Cost231* merupakan pengembangan dari jenis *Okumura-Hata*, sebelumnya model *Okumura-Hata* digunakan untuk menghitung nilai redaman (*pathloss*) pada wilayah urban, sub urban dan rural. Namun, *frequency* yang digunakan pada model *Okumura-Hata* hanya berkisar antara 150 MHz – 1500 MHz yang membuat model ini dianggap kurang tepat untuk penelitian berdasarkan keadaan yang sebenarnya, hal ini disebabkan *frequency* terbaru pada teknologi LTE sebesar 1,8 Ghz.

Selanjutnya model ini dikembangkan dengan nama *Hata-Cost231*. Jenis propagasi ini dinilai lebih layak dalam penelitian terbaru karena memiliki rentang *frequency* 1,5 Ghz - 2 Ghz. Pada saat ini teknologi LTE paling banyak digunakan untuk *frequency* 1,8 Ghz, selanjutnya demi meningkatkan kualitas jaringan maka dilakukan penelitian terkait *frequency* terbaru yaitu sebesar 2,3 Ghz. Model propagasi *Hata-Cost 231* memiliki ketinggian relatif antena *transmitter* h_t berkisar 30 – 200 m, kemudian ketinggian relatif antena *receiver* h_r sebesar 1-10 m dengan rentang jarak lintasan sepanjang 1-20 km. Model perhitungan *pathloss Hata-cost 231* untuk wilayah urban adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 A(h_m) &= 3.2 (\log 11.75 h_m)^2 - 4.97 \\
 &= 3.424^2 - 4.97 \\
 &= 6.75 \text{ m} \\
 L_p &= C_1 + C_2 \log(f) - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log(h_b)) \log d \\
 &= 46.3 + 33.9 \log(1800) - 13.82 \log(30) - 9.346 + [44.9 - 6.55 \log(30)] \log d \\
 &= 46.3 + 110.35 - 20.413 - 9.346 + (44.9 - 9.675) \log d \\
 &= 46.3 + 110.35 - 20.413 - 9.346 + 35.225 \log d \\
 &= (46.3 + 110.35 + 35.225) - (9.346 - 20.413) \log d \\
 &= 191.875 + 11.067 \log d
 \end{aligned} \tag{2.13}$$

Salah satu model propagasi lain yang sering digunakan pada berbagai penelitian adalah model *Cost-231: Walfisch-ikegami*, di mana model *pathloss* ini bekerja pada *frequency* 800 MHz-2000 MHz. Kemudian model *pathloss* jenis ini dapat bekerja pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dua kondisi yaitu *LOS* dan *NLOS*, Persamaan model *Cost-231: Walfisch-ikegami* pada kondisi *LOS* dijelaskan pada persamaan (2.4) dan (2.5).

Berdasarkan pada ketiga *pathloss* diatas, sebagian besar model memiliki beberapa aspek bersifat terperinci, hal tersebut berkaitan dengan *frequency* kerja, tinggi antena dan wilayah propagasi nya. Namun, pada penelitian ini hanya memperhatikan rasio perubahan jarak secara sistematis, sehingga model *pathloss* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah model *Cost-231: Walfisch-ikegami*. Alasan penggunaan model tersebut adalah karena pada model ini rentang *frequency* kerjanya sesuai dengan *frequency* yang akan digunakan pada penelitian ini, kemudian dapat mempermudah dalam proses perhitungan pada beberapa parameter pada saat pemograman di *matlab*.

2.5.5 Other Loss

Istilah *Loss* dapat diartikan sebagai rugi-rugi yang diakibatkan oleh interaksi antara sinyal *frequency* terhadap objek atau faktor-faktor lain pada area transmisi. Faktor tersebut dapat berupa suhu, cuaca, atau objek tertentu. *loss* yang disebabkan oleh suhu dan cuaca, dimana ketika terjadi peningkatan keadaan cuaca ekstrim, seperti hujan deras atau panas yang tinggi. Apabila terjadi perubahan keadaan cuaca yang sangat drastis dapat memicu *loss* baik dari segi perangkat maupun sinyal transmisi.

Kemudian *loss* yang disebabkan oleh objek dapat berupa gedung dan pohon-pohon. Hal ini disebabkan oleh jumlah gedung dan bangunan yang relatif banyak sehingga dapat menjadi pemicu terjadinya *loss*.

Tabel 2.6 Nilai *loss* dari beberapa komponen [12]

Bahan dasar dinding	Nilai loss (dB)
Kayu	10,1 dB
Kaca	2,2 dB
Beton	30,3 dB
\sum Wall Loss	18 dB

Pada saat sinyal melewati suatu objek misalnya sebuah bangunan atau pohon, maka efek yang akan terjadi yaitu pengurangan daya sinyal atau bahkan sinyal tidak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dapat menembusnya pada kondisi tertentu. Proses tersebut dapat dikatakan sebagai penetrasi *loss*, nilai penetrasi *loss* bergantung pada objek atau komponen yang dilewatinya. Karena setiap komponen pada sebuah bangunan memiliki rugi-rugi yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel (2.6). Nilai redaman akan berbanding terbalik terhadap nilai *penetrasyon loss*, hal ini terjadi karena apabila semakin besar nilai redaman suatu objek yang dilewati sinyal maka semakin rendah daya sinyal tersebut, begitu juga terjadi sebaliknya.

Hal yang menyebabkan terjadinya *loss* bukan hanya diakibatkan oleh suatu objek, tetapi terdapat faktor lain seperti suhu atau panas tubuh (*body loss*). *Body loss* merupakan rugi-rugi yang dihasilkan ketika terhalangnya sinyal dari *central* menuju ke penerima, yang disebabkan oleh panas tubuh atau bagian tubuh tertentu dari penerima. Hal ini bukan menjadi faktor yang paling mempengaruhi pada saat transmisi, dikarenakan jumlah penerima serta bentuk tubuh setiap orang sifatnya *random* maka nilai dari *body loss* selalu diasumsikan 0 dB.

Terjadinya *loss* bukan hanya disebabkan oleh faktor eksternal, melainkan juga dapat disebabkan oleh faktor internal. Seperti *loss* mekanis pada saluran transmisi yang biasa disebut dengan *feeding loss*. Hal ini dapat diartikan sebagai *loss* yang dihasilkan oleh *feeder* pada saat menerima dan mengirimkan sinyal *frequency*. Pada dasarnya *feeding loss* merupakan akumulasi dari beberapa komponen yaitu kabel serta konektor pada sebuah antena.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Karakteristik Penelitian

3.1.1 Sifat Penelitian

Penelitian ini bersifat laboratorium, yakni menggunakan simulasi komputerisasi untuk memodelkan permasalahan yang dihadapi berdasarkan referensi teori terkait. Rancangan simulasi dibuat dengan melakukan penyederhanaan algoritma secara matematis. Analisa kemudian dilakukan dengan menggunakan skenario untuk dapat menyimpulkan secara jelas hubungan antara dampak interferensi terhadap variabel yang digunakan. Untuk mewujudkan simulasi tersebut, aplikasi *Matlab* digunakan secara fungsional untuk mengeksekusi setiap proses yang terjadi di dalam sistem. Sedangkan dalam menganalisa setiap skenario yang dilakukan, penelitian ini menggunakan aplikasi *Map Info* pada saat mengambil kesimpulan berdasarkan skenario secara visual. Beberapa asumsi kemudian digunakan untuk menyederhanakan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.

3.1.2 Waktu Penelitian

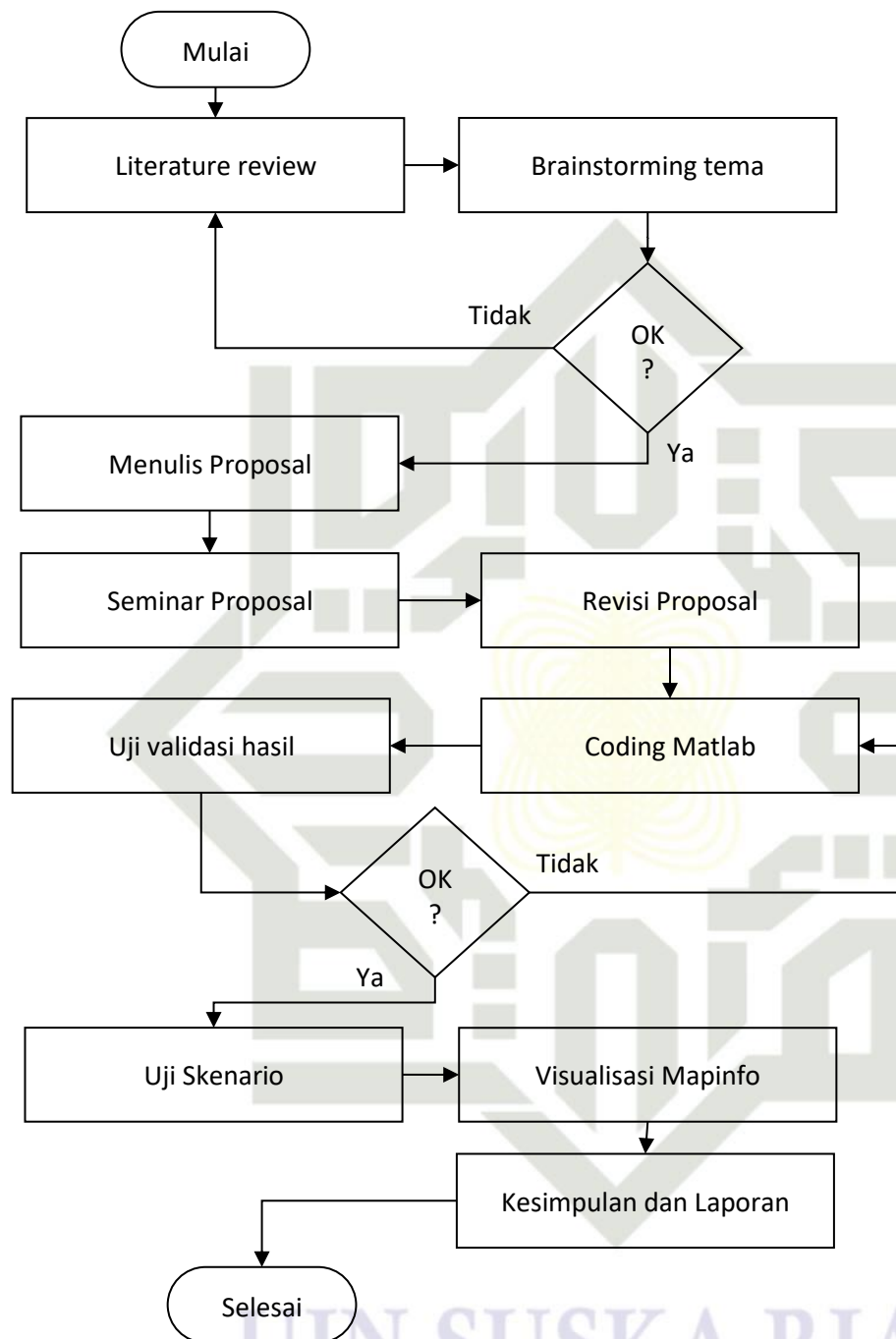
Tabel 3.1 Akumulasi waktu penelitian

No	Langkah kerja	Bobot	Akumulasi
1	<i>Literatur Review</i>	7 Hari Kerja	1 bulan 3 minggu
2	<i>Brainstorming</i> Tema	10 Hari Kerja	2 bulan 2 minggu
3	Menulis Proposal	15 Hari Kerja	3 bulan 2 minggu
4	Seminar Proposal	1 Hari Kerja	3 Jam
5	Revisi Proposal	10 Hari Kerja	2 bulan 2 minggu
6	<i>Coding Matlab</i>	10 Hari Kerja	2 bulan 2 minggu
7	Uji Validasi Hasil	10 Hari Kerja	2 bulan 2 minggu
8	Uji Skenario	10 Hari Kerja	2 bulan 2 minggu
9	Visualisasi <i>Map Info</i>	5 Hari Kerja	1 bulan 1 minggu
	Total	73 Hari kerja	19 bulan/1 tahun 7 bulan dan 3 jam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.1.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* tahapan penelitian

3.2 Data dan Variabel

Salah satu karakteristik penelitian berbasis simulasi adalah adanya kebutuhan data dan *random* variabel yang digunakan. Pengertian data dalam penelitian ini adalah *setting* parameter radio yang akan dijadikan model dalam simulator yang akan dibangun. Beberapa data teknis yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- Data *sheet* antena *Kathrein 742215*
- Data *sheet Feeder* pada sistem *Outdoor site*
- Data asumsi *e-NodeB* dan *thermal noise* yang digunakan

Dalam proses analisa, simulasi akan menggunakan beberapa skenario secara sistematis untuk menguji dampak perubahan variabel terikat terhadap perubahan dari variabel bebas yang digunakan. Oleh karena itu perlu untuk menggunakan variabel pengkondisi validasi atas *coverage* yang ingin diujikan. Adapun yang dimaksud variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

- Variabel terikat: kondisi interferensi dalam bentuk *Signal to interference and Noise Ratio* (SINR), yang kemudian disajikan dalam satuan *decibel* (dB)
- Variabel bebas: Radius *coverage* dari suatu *site*, di mana batas cakupan area ditandai oleh batas area dengan penerimaan sinyal radio minimum -90dBm.
- Variabel pengkondisi: ketinggian antena, *downtilting*, daya pancar dan parameter radio lainnya untuk mendapatkan validasi radius *site*.

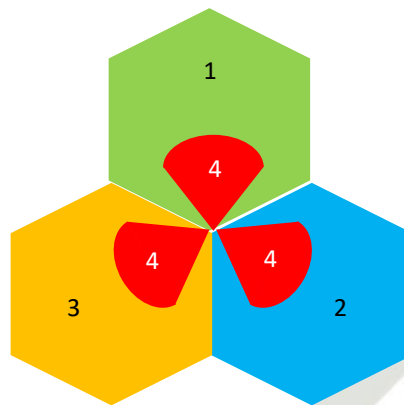
3.3 Simulator

3.3.1 Layout

Untuk mewujudkan tujuan dari penelitian ini, maka digunakan *layout* dengan karakteristik *flat terrain*, di mana *obstacle* antara antenna pemancar dan penerima diabaikan. Tujuannya adalah untuk mempelajari dampak interferensi yang ditimbulkan oleh implementasi metoda *Fractional Frequency Reuse* pada konfigurasi *site* pada model yang definitif. Penggunaan istilah *cluster* dalam penelitian ini terdiri dari 3 sektor sebagai *Edge Cell* (*umbrella cell*) atau *outer-cell* dan 3 sektor internal sebagai *Center cell* atau *inner-cell*. Konfigurasi *cluster* ini dimodelkan sebagai berikut:

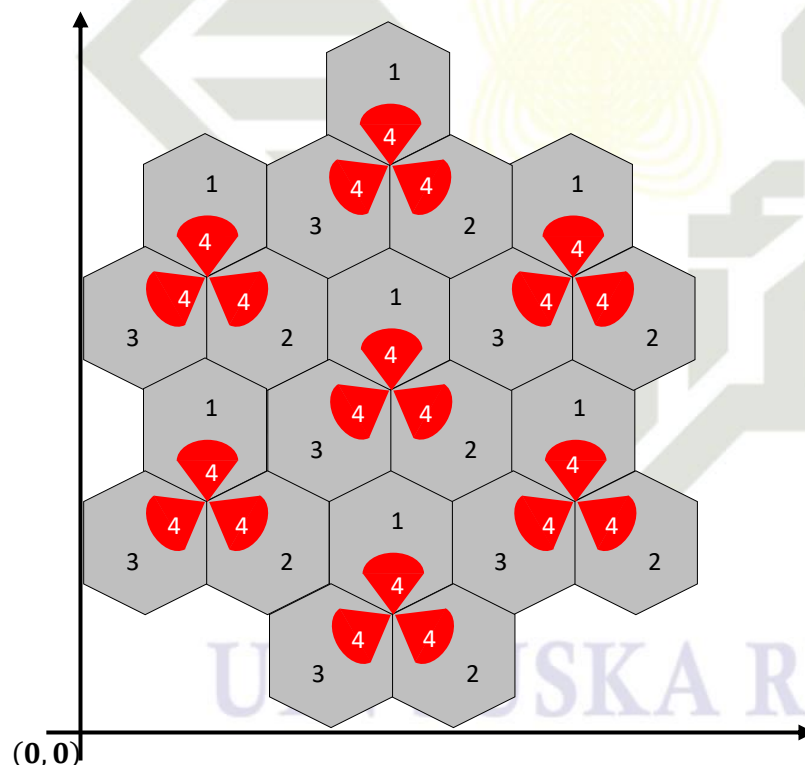
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Implementasi Konfigurasi FFR pada *cluster*

Untuk mempelajari dampak penggunaan *frequency* yang sama dalam tiga tingkatan, maka perlu untuk menata posisi *cluster* sebagai berikut:

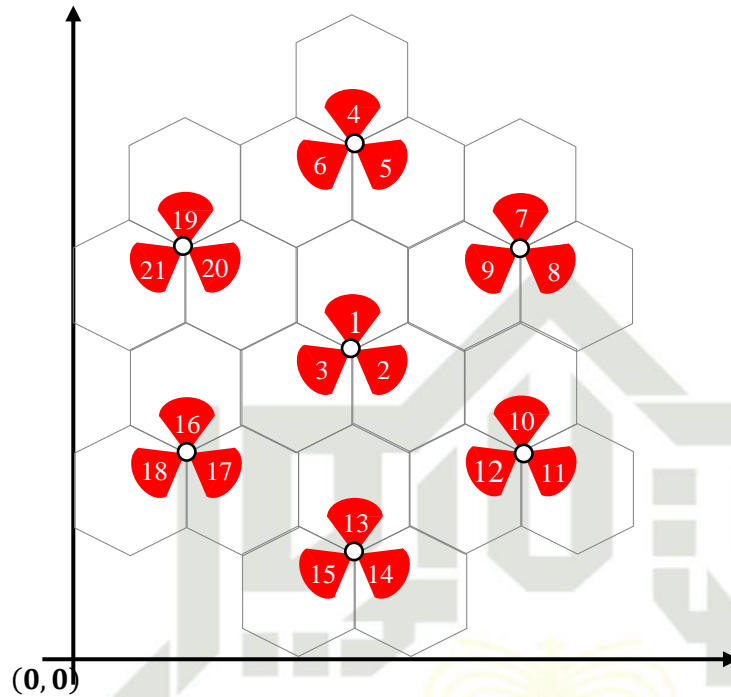


Gambar 3.3 Konfigurasi *layout* dengan definisi 4 *frequency reuse*

3.3.2 Model Site

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4 Penomoran *cell* pada setiap *clusternya*

Berdasarkan model pada gambar (3.3), *site* diimplementasikan dalam 3 *tiers* dan 2 lapisan *cluster*. Setiap *site* terdiri dari 3 sektor dan 6 *cell*, dimana setiap sektor terdiri dari 2 *cell* di dalamnya. Merujuk pada titik *origin* (0,0), posisi setiap *site* ini diberikan oleh tabel (3.2). Sedangkan penomoran *cell* pada setiap *clusternya* diperlihatkan oleh gambar (3.4):

Tabel 3.2 Hasil perhitungan radius *site*

Nama Site	(<i>x</i>) $R\sqrt{3}$	(<i>y</i>) R
Site_1	2.5	4.5
Site_2	2.5	7.5
Site_3	4	6.5
Site_4	4	3
Site_5	2.5	1.5
Site_6	1	3
Site_7	1	6.5

Tabel 3.3 Data *engineering* parameter radius 1000 meter

No cell	Koord-x	koord-y	Azimuth	Tinggi antena	Downtilt
1	4330.127	4500	0	20	3
2	4330.127	4500	120	20	3
3	4330.127	4500	240	20	3
4	4330.127	7500	0	20	3
5	4330.127	7500	120	20	3
6	4330.127	7500	240	20	3
7	6928.203	6500	0	20	3
8	6928.203	6500	120	20	3
9	6928.203	6500	240	20	3
10	6928.203	3000	0	20	3
11	6928.203	3000	120	20	3
12	6928.203	3000	240	20	3
13	4330.127	1500	0	20	3
14	4330.127	1500	120	20	3
15	4330.127	1500	240	20	3
16	1732.051	3000	0	20	3
17	1732.051	3000	120	20	3
18	1732.051	3000	240	20	3
19	1732.051	6500	0	20	3
20	1732.051	6500	120	20	3
21	1732.051	6500	240	20	3

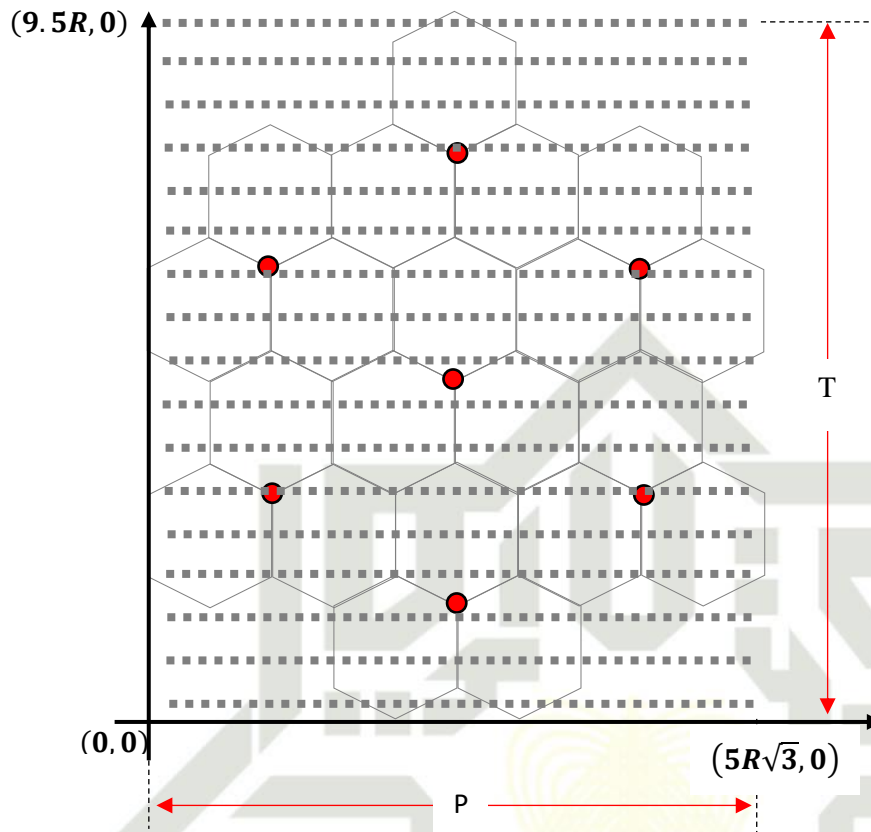
Karena penelitian ini hanya mengamati interferensi dari *cell* dengan *frequency* yang sama, yakni *inner-cell* pada *frequency* ke-4, maka perlu untuk memodifikasi penomoran *cell* untuk memudahkan pemograman simulasi. Sehingga *engineering* parameter untuk setiap *cell*-nya akan menjadi seperti pada tabel (3.3) diatas untuk asumsi radius 1000 meter.

3.3.3 Model Titik *Sampling*

Pengertian model titik *sampling* dalam penelitian ini adalah representasi dari titik-titik pengukuran atau posisi keberadaan *user (mobile)*. Posisi ini kemudian akan menempati *layout* sehingga seolah-olah mengukur seluruh area yang diberikan. Ilustrasi penempatan titik *sample* tersebut diperlihatkan oleh gambar berikut ini (3.5).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



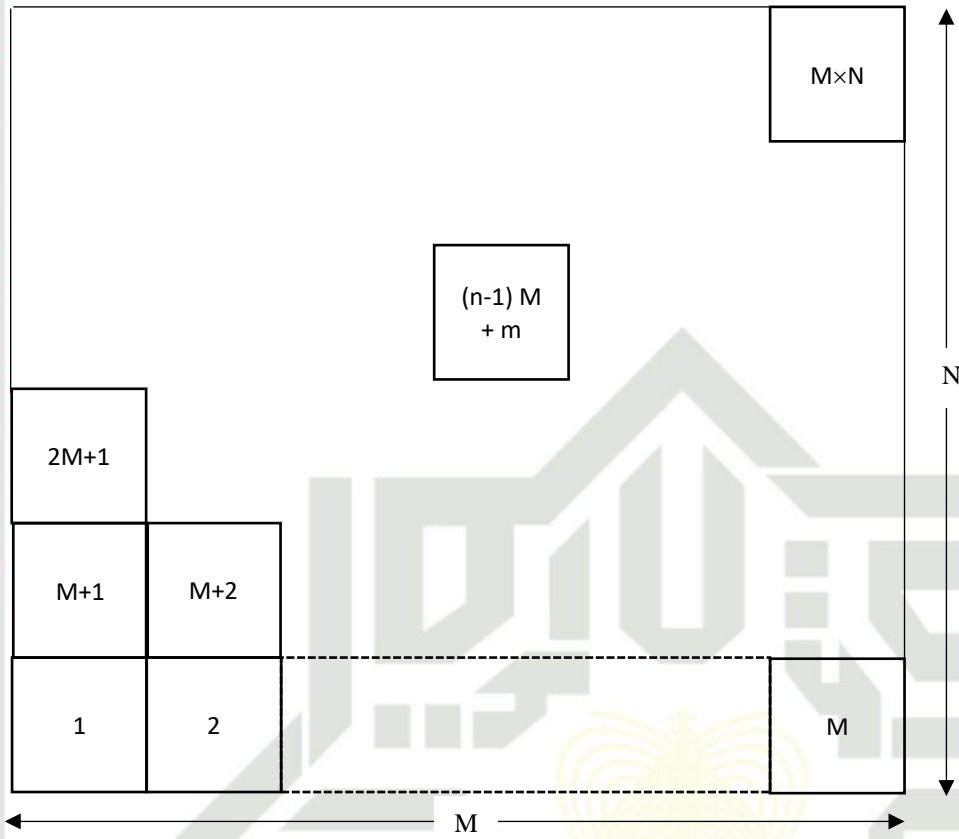
Gambar 3.5 Model posisi titik *sampling*

Setiap titik-titik *sampling* ini terdistribusi secara *uniform*, yakni berulang dengan jarak yang sama baik secara horizontal di sepanjang area dengan panjang P dan vertikal dengan tinggi T . Distribusi titik-titik tersebut dapat dimodelkan dengan membagi panjang P dengan jumlah *sampling* horizontal, katakanlah M buah titik. Titik ini terbentang dari koordinat $(0,0)$ hingga vertikal dengan simbol N . Oleh karena itu, area *layout* terbagi secara merata sebagai matrik $M \times N$ titik. Ilustrasi *matriks* tersebut dapat dilihat pada gambar (). Hubungan antara variabel P dan T ini terhadap dimensi *layout* diberikan variabel radius R , seperti persamaan (3.1) berikut ini:

$$\begin{aligned} P &= 5R\sqrt{3} \\ T &= 9.5R \end{aligned} \quad (3.1)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.6 Model sampel sebagai representasi matrik $M \times N$

Pada gambar (3.6), penomoran titik sampel dimulai dari titik *original*, yakni pada sudut kanan bawah dari *layout*. Nomor *sampling* kemudian berkembang secara horizontal untuk setiap barisnya, sehingga akan membentuk N buah baris dengan panjang M buah kolom. Penomoran *sampling* (S_i) ini secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_{m,n} = (n_i - 1)M + m_i \quad (3.2)$$

Sedangkan untuk koordinat dari setiap *sample* tersebut (x_i, y_i) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.3) berikut:

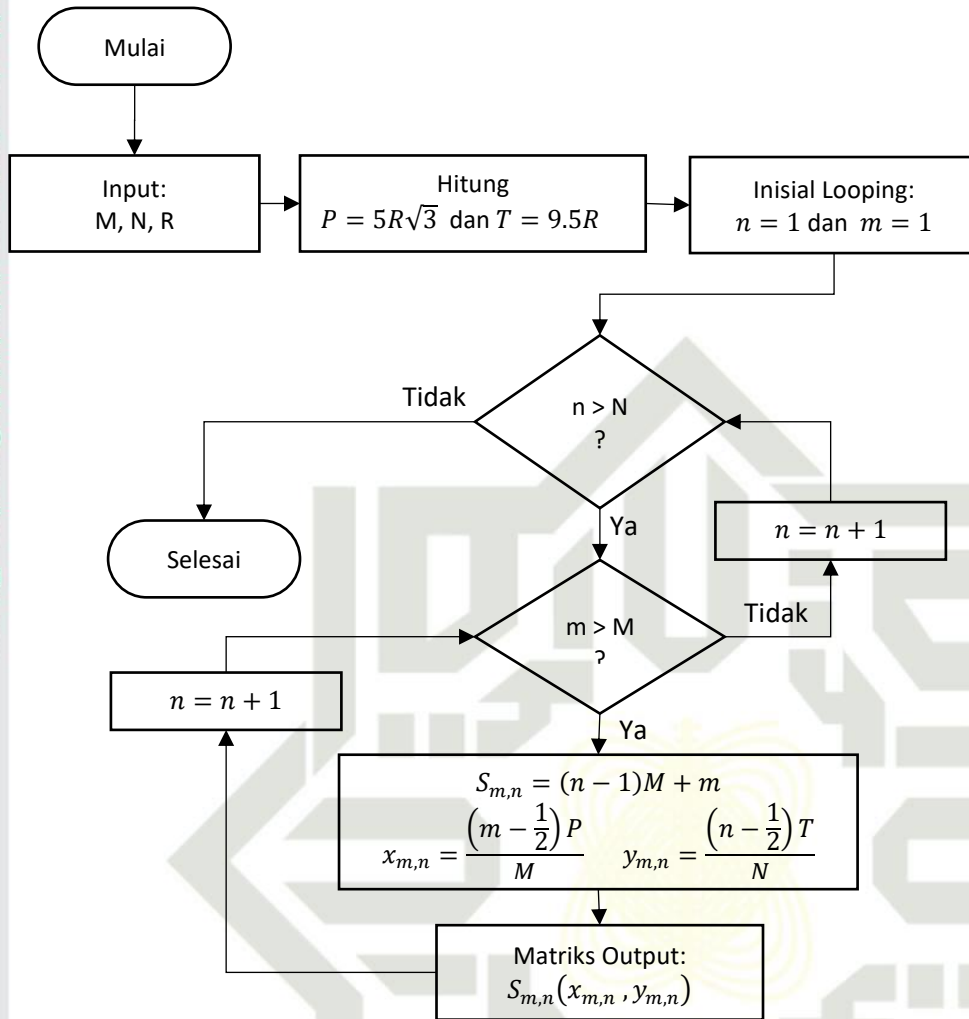
$$\begin{aligned} x_{m,n} &= \frac{(m_i - \frac{1}{2})P}{M} \\ y_{m,n} &= \frac{(n_i - \frac{1}{2})T}{N} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.7 Algoritma perhitungan nomor dan koordinat sampel

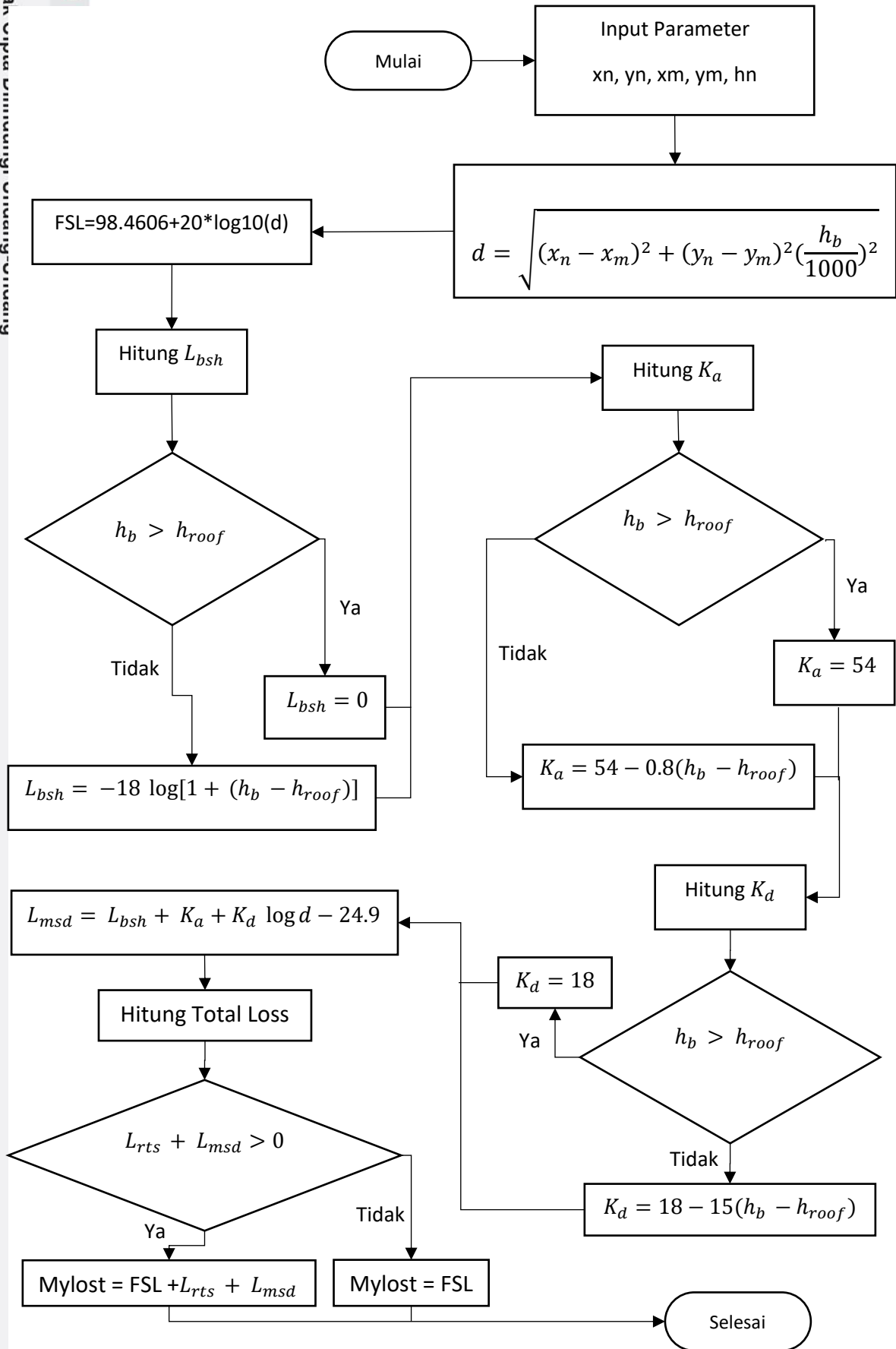
3.3.4 Model Loss Propagasi

Beberapa model propagasi secara teoritis telah diusulkan seperti pada persamaan (2.6), (2.7), (2.8) hingga pada persamaan (2.11). Meskipun model-model tersebut dapat memberikan perhitungan yang lebih baik, tetapi mereka membutuhkan persyaratan latar-belakang yang lebih spesifik. Beberapa persyaratan tersebut diantaranya adalah batasan *frequency* kerja, batasan jarak propagasi dan tinggi pemasangan antenna *base station*. Sedangkan persyaratan lainnya adalah karakteristik *layout* seperti perkotaan besar (*Urban*), menengah (*Sub-urban*) dan pedesaan (*rural*).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.8 Algoritma *loss* propagasi

Simulasi yang akan dibangun dalam penelitian ini hanya memperhatikan rasio perubahan sinyal secara sistematis dan mengabaikan beberapa *detail* dari latar belakang sistem yang dibangun. Oleh karena itu penggunaan model *loss* propagasi tidak begitu signifikan selain adanya kebutuhan *detail* yang telah diabaikan sebelumnya. Tetapi, agar penerimaan sinyal tidak terlalu optimis, maka perlu menambahkan *loss* penetrasi yang disebabkan oleh bangunan atau *obstacle* lainnya. Sehingga model *loss* sederhana pada model *Cost-231 Walfish Ikegami* diasumsikan cukup mewakili *loss* yang dialami ketika sinyal berpropagasi di udara. Sedangkan efek-efek lainnya, seperti arah sudut kedatangan sinyal dan *loss-loss* lainnya akan didefinisikan secara terpisah. Jika *frequency* disajikan dalam satuan MHz maka persamaan model *Cost-231 Walfish Ikegami* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P_{LOS} = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \quad (3.4)$$

Jarak propagasi pada *user* berdasarkan tinggi antenna (h_n) dan tinggi *user* (h_m) didefinisikan sebagai $d_{prop,m}$. Yang mana pada penelitian ini tinggi *user* dapat diasumsikan setinggi 1.5 meter. Kemudian untuk variabel (D) merupakan jarak *user* dari posisi *bts* yang melayaninya bersamaan berikut

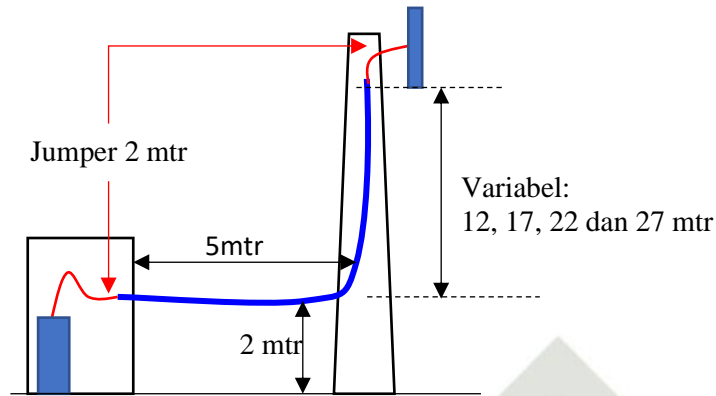
$$\begin{aligned} d_{prop,m} &= \sqrt{D^2 + (h_n - h_m)^2} \\ &= \sqrt{((x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2) + (h_n - h_m)^2} \end{aligned} \quad (3.5)$$

3.3.5 Sistem Feeder

Penelitian ini menggunakan tiga pilihan ketinggian antenna, dimana rancangan sistem *feeder*nya akan menjadi perhitungan *loss* dari kombinasi 2 kabel *jumper* dan kabel *feeder*. Meskipun demikian sistem *feeding* ini memiliki nilai kisaran 1-2 dB. Berdasarkan tabel (2.4) kombinasi sistem *feeder* tersebut adalah sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.9 Kombinasi sistem *feeder*

Jika diasumsikan jenis *feeder* yang digunakan adalah 5/4" maka, masing masing skenario dapat dihitung kombinasi *loss feeding*nya berdasarkan tabel berikut ini:

Tabel 3.4 Skenario tinggi antenna 15 meter

JENIS FEEDING	PANJANG	DB/100	REDAMAN	TOTAL
JUMPER ATAS 1/2"	4	10.10	0.40	
FEEDER 5/4"	17	4.23	0.72	1.12

Tabel 3.5 Skenario tinggi antenna 20 meter

JENIS FEEDING	PANJANG	DB/100	REDAMAN	TOTAL
JUMPER ATAS 1/2"	4	10.10	0.40	
FEEDER 5/4"	22	4.23	0.93	1.33

Tabel 3.6 Skenario tinggi antenna 25 meter

JENIS FEEDING	PAJANG	DB/100	REDAMAN	TOTAL
JUMPER ATAS 1/2"	4	10.10	0.40	
FEEDER 5/4"	27	4.23	1.14	1.55

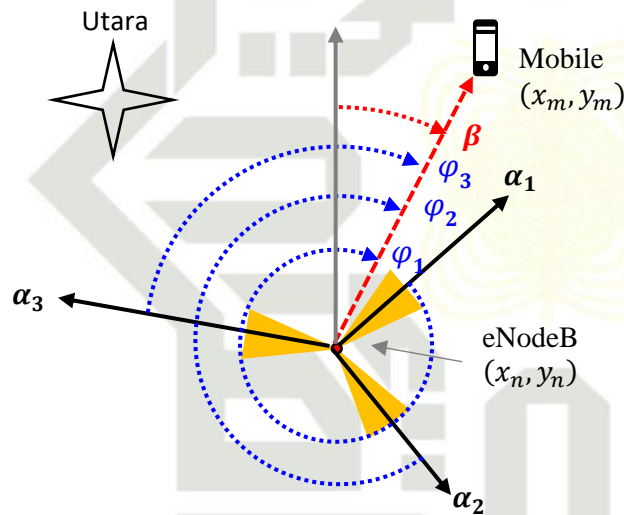
3.3.6 Model Penguatan Sinyal pada Antenna

Pengukuran penguatan antenna dapat dimodelkan berdasarkan posisi *user (mobile)* terhadap posisi *site* yang sedang melayani. Untuk kasus *user* berada pada posisi *site*, penguatan antenna dapat diasumsikan maksimum dalam bidang horizontal. Secara matematis maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = 0^\circ \quad (3.6)$$

Persamaan ini valid jika dan hanya jika $x_n = x_m$ dan $y_n = y_m$

Untuk posisi lainnya dapat diilustrasikan oleh gambar (3.10). Berdasarkan posisi ini, maka nilai dari penguatan antenna pada masing-masing sektor diberikan oleh persamaan berikut:



Gambar 3.10 Posisi *user* berada pada kuadran-1 relatif terhadap *site*

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = 360 - \alpha_i + \beta \quad (3.7)$$

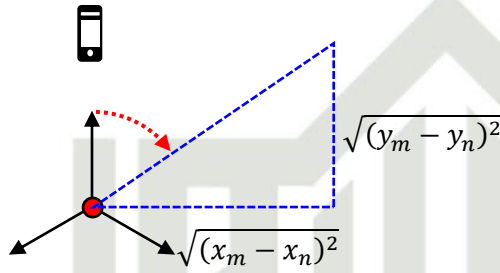
Persamaan (3.7) hanya *valid* jika $\beta \leq \alpha$, tetapi akan menjadi *error* ketika sebaliknya. Oleh karena itu perlu digunakan kelipatan yang disimbolkan dengan *modulus (mod)*. Oleh karena itu persamaan tersebut dapat dimodifikasi kembali menjadi:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \text{mod}(360 - \alpha_i + \beta, 360) \quad (3.8)$$

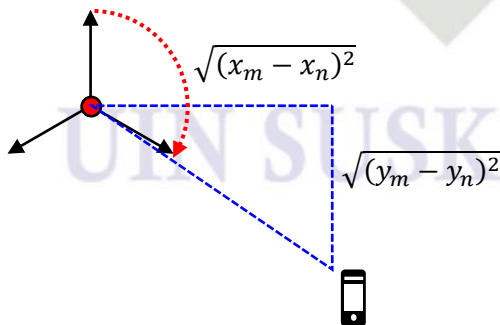
Perhitungan nilai β dapat dilakukan dengan pengujian beberapa skenario posisi *user* relatif terhadap posisi *site* yang akan melayaninya. Berikut tinjauan posisi relatif tersebut secara sistematis:



Gambar 3.11 *User* berada pada posisi kuadran-1 dan berimpit dengan posisi *site*

$$\beta = 90 - \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{(y_m - y_n)^2}}{\sqrt{(x_m - x_n)^2}} \right) \quad (3.9)$$

Pada posisi *user* yang ditunjukkan oleh gambar (3.11) membentuk sudut 60° berdasarkan arah utara kemudian membentuk sudut 90° terhadap sumbu x. Sehingga untuk mengetahui posisi *user* dapat dinyatakan dengan persamaan (3.9) berikut.



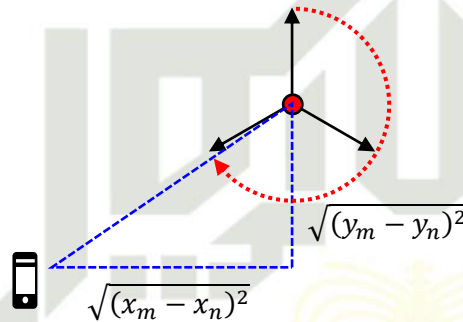
Gambar 3.12 *User* berada pada posisi kuadran-2

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\beta = 90 + \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{(y_m - y_n)^2}}{\sqrt{(x_m - x_n)^2}} \right) \quad (3.10)$$

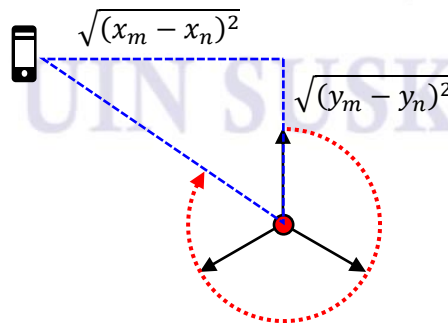
Dalam hal ini posisi *user* berdasarkan gambar (3.12) berada pada bidang negatif, namun karena melebihi sudut 90° terhadap arah utara, maka bentuk persamaannya dilakukan penjumlahan dengan 90. Terkait persamaan posisi *user* berada pada kuadran-2 diperlihatkan oleh persamaan (3.10).



Gambar 3.13 *User* berada pada posisi kuadran-3

$$\beta = 270 - \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{(y_m - y_n)^2}}{\sqrt{(x_m - x_n)^2}} \right) \quad (3.11)$$

Pada gambar (3.13) diperlihatkan bahwa posisi *user* berada pada kuadran-3 sehingga untuk memperoleh nilai sudut posisi *user* tersebut dapat dinyatakan pada persamaan (3.11)



Gambar 3.14 *User* berada pada posisi kuadran-4

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\beta = 270 + \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{(y_m - y_n)^2}}{\sqrt{(x_m - x_n)^2}} \right) \quad (3.12)$$

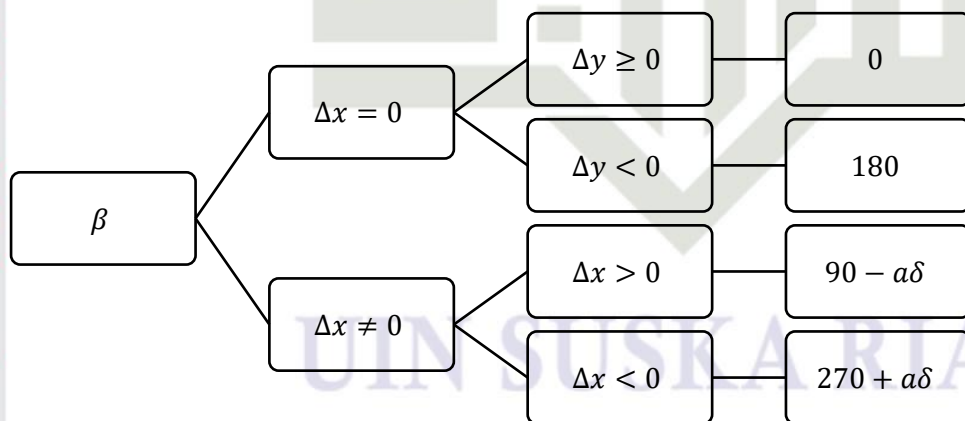
Berdasarkan gambar (3.14) dapat dijelaskan bahwa posisi *user* berada pada kuadran-4, sehingga membentuk sudut yang dapat dihitung, mengingat sudut pada setiap sektor berada pada satu lingkaran penuh yaitu 360° . Oleh karena itu, bila dinyatakan dalam persamaan (3.12) harus dilakukan penjumlahan dengan 270.

Jika dibuat variabel baru sebagai berikut:

$$\delta = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{(\Delta y)^2}}{\sqrt{(x)^2}} \right)$$

$$a = \begin{cases} -1 & \Delta y < 0 \\ 0 & \Delta y = 0 \\ 1 & \Delta y > 0 \end{cases} \quad (3.13)$$

Di mana $\Delta x = x_m - x_n$ dan $\Delta y = y_m - y_n$, maka fakta diatas dapat klasifikasikan sebagai berikut:

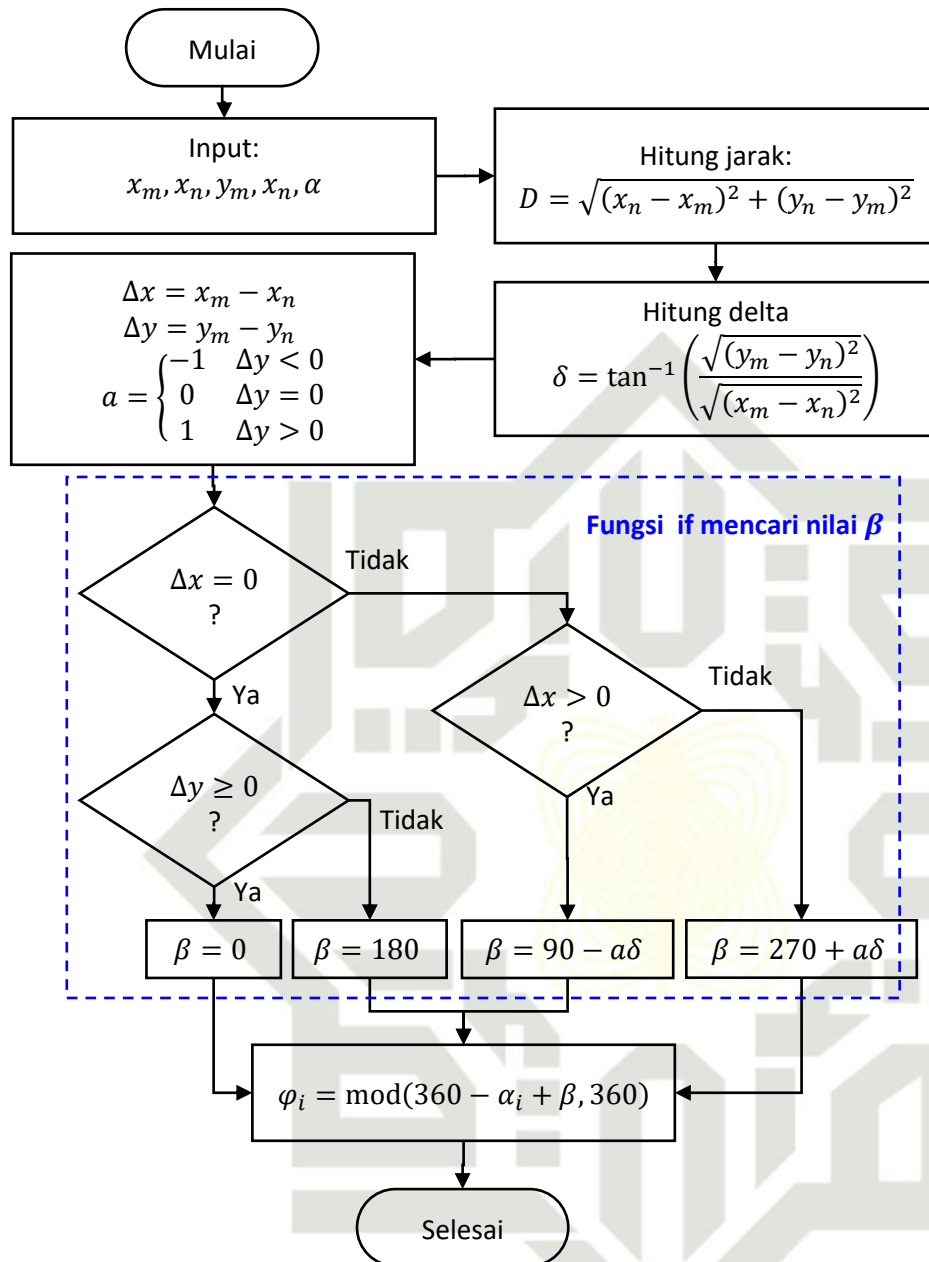


Gambar 3.15 Klasifikasi perolehan nilai β

Dengan demikian, perhitungan algoritma untuk menghitung penguatan yang diberikan oleh antena secara horizontal (γ), dapat dibangun sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.16 Algoritma *gain* horizontal

Jarak *mobile user* relatif terhadap posisi *site* secara horizontal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$D = \sqrt{(x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2} \quad (3.14)$$

Jarak penguatan sinyal maksimum secara vertikal tergantung pada *setting downtilting* antena yang digunakan (θ), yakni:

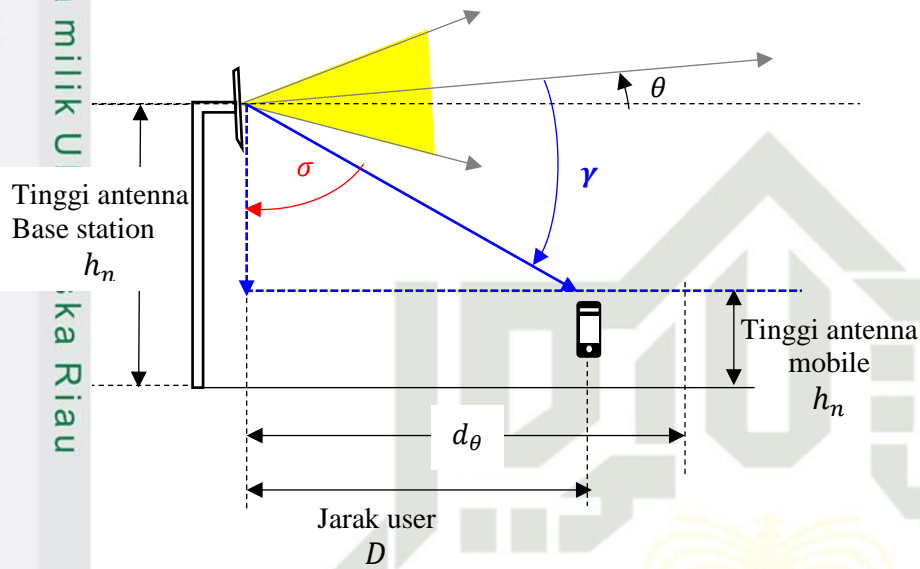
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$d_{\theta} = \frac{(h_n - h_m)}{\tan \theta} \quad (3.15)$$

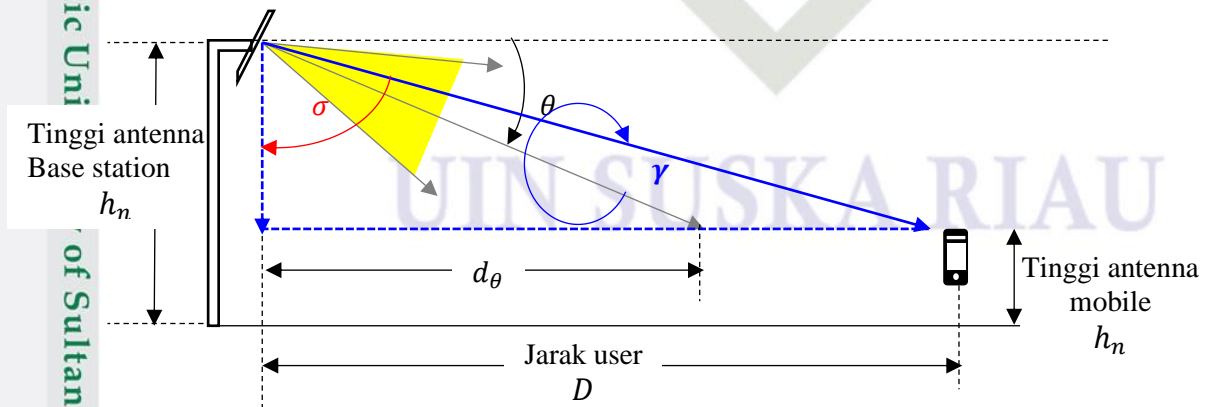


Gambar 3.17 Ilustrasi ketika nilai $\theta \leq 0$

Ketika *setting downtilt* antena $\theta \leq 0$, maka sudut $d_{\theta} \rightarrow \infty$ sehingga :

$$\gamma = 90 - (\sigma + \theta) \quad (3.16)$$

Tetapi jika $\theta > 0$, maka akan terjadi 2 kondisi, yakni ketika $d_{\theta} \leq D$ dan $d_{\theta} > D$

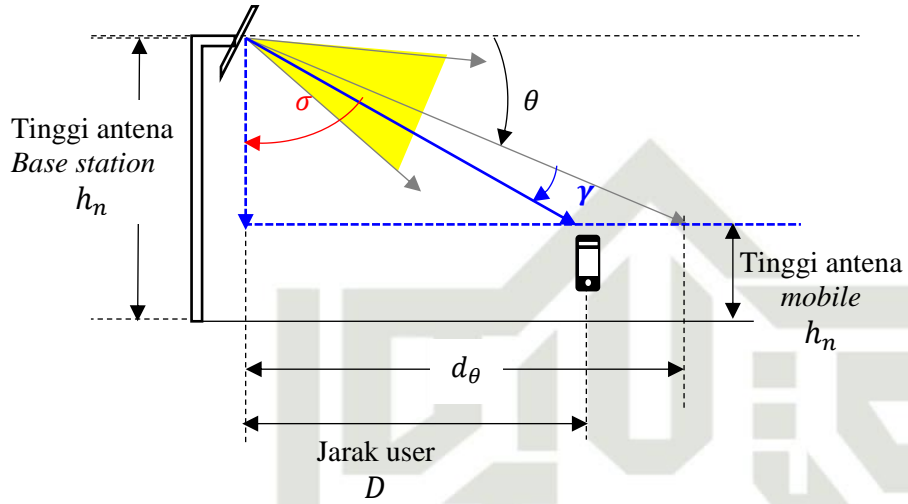


Gambar 3.18 Untuk kondisi *user* sehingga $d_{\theta} \leq D$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

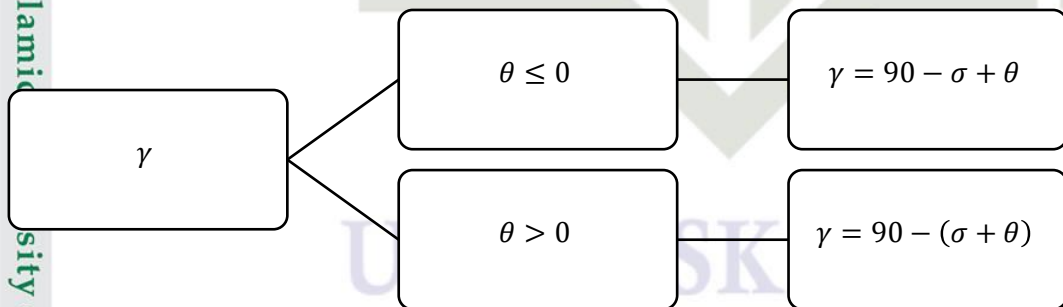
$$\gamma = \text{mod} (90 - (\sigma + \theta), 360) \quad (3.17)$$



Gambar 3.19 Untuk kondisi *user* sehingga $d_\theta > D$

$$\gamma = 90 - (\sigma + \theta) \quad (3.18)$$

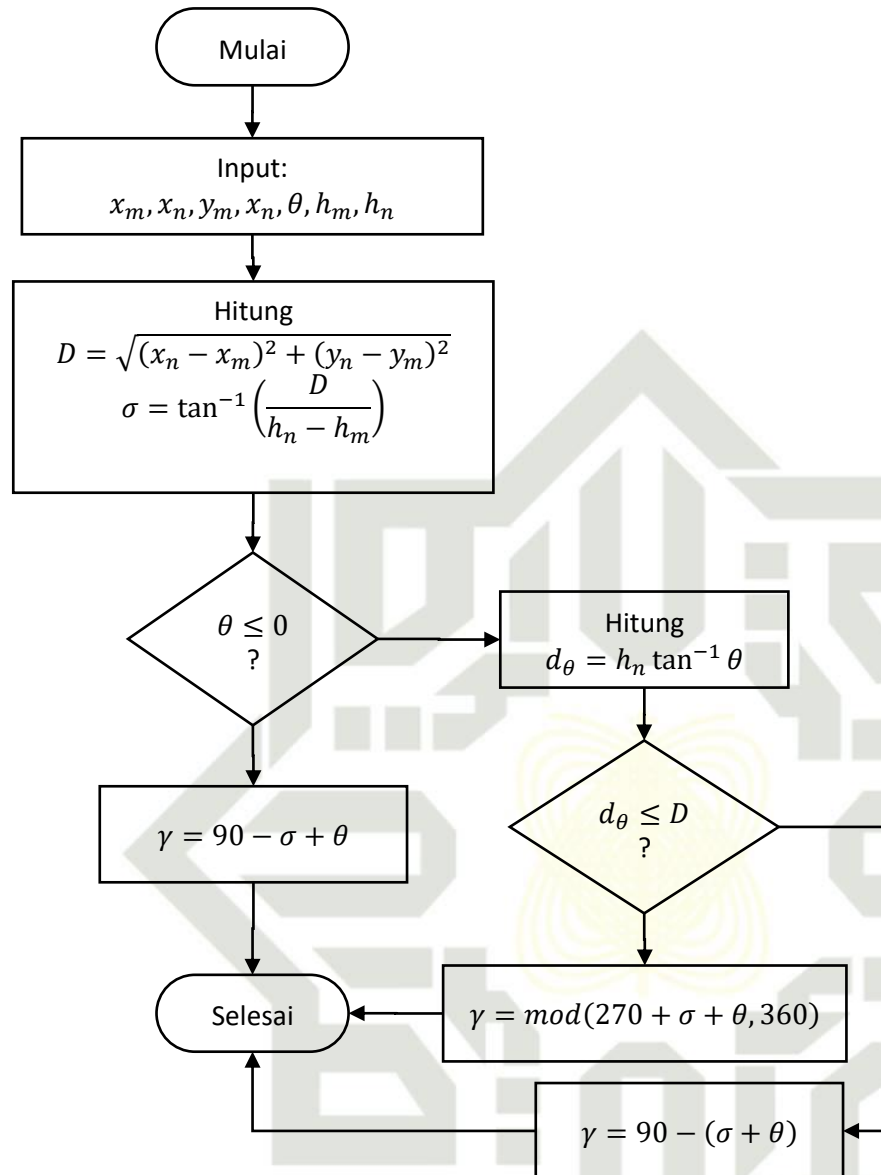
Sehingga hubungan fungsi γ relatif secara hirarki, dimana terjadi dua kemungkinan $\theta \leq 0$ dan $\theta > 0$ yaitu dapat disimpulkan sebagai berikut:



Gambar 3.20 Susunan γ secara hirarki

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.21 Algoritma *gain* antena vertikal

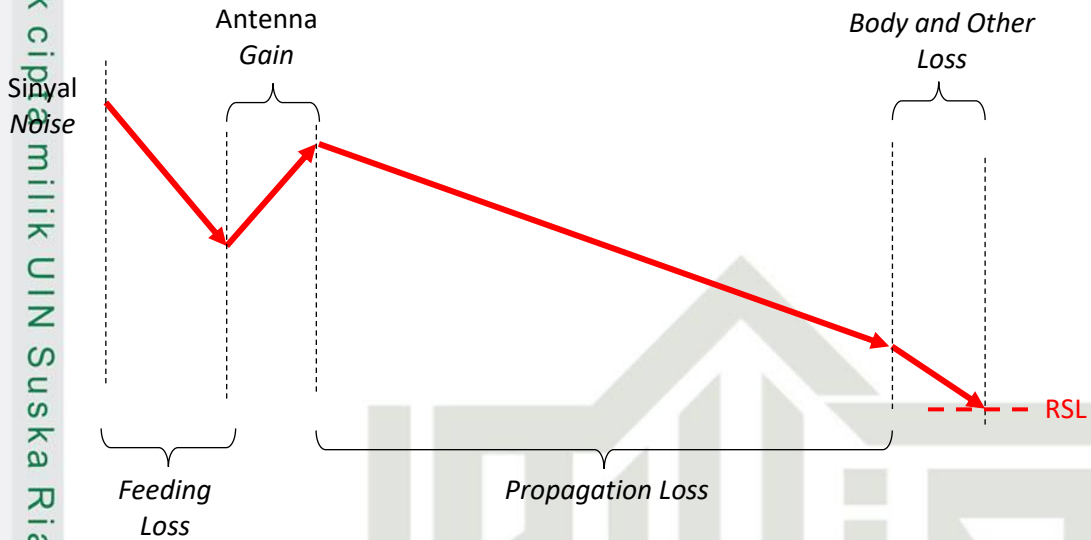
Berdasarkan teori yang telah diberikan oleh persamaan (2.2), maka untuk memperoleh nilai pengamatan total dapat dihitung pada persamaan (3.19) sebagai berikut:

$$G_{dB} = G_{max,dB} + G_{\varphi,dB} + G_{\gamma,dB} \quad (3.19)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

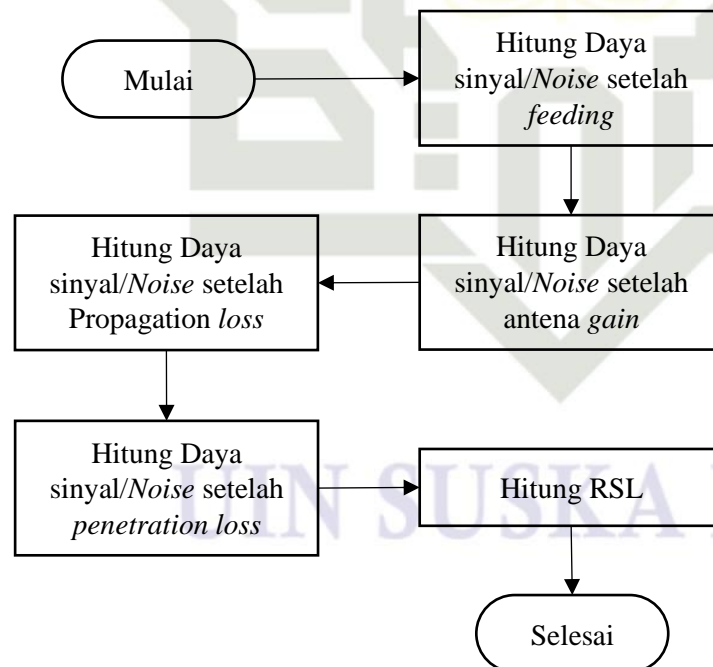
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3.7 Model Penerimaan Sinyal



Gambar 3.22 Evolusi daya penerimaan sinyal

Berdasarkan gambar di atas maka dapat dibuat aliran perhitungan penerimaan daya sinyal, yakni dalam bentuk *received signal level* sebagaimana yang diberikan *flowchart* berikut:



Gambar 3.23 Flowchart perhitungan penerimaan daya sinyal

3.4 Metoda Penyajian Data

Hasil perhitungan yang dilakukan pada simulator adalah berupa matrix penerimaan sinyal dalam konteks kekuatan sinyal dan kondisi interferensinya yang kemudian dinyatakan dalam bentuk SINR. Analisis langsung dalam hal ini tentu saja menyulitkan karena kesalahan dari hasil simulasi susah untuk dilacak. Oleh karena itu perlu menggunakan aplikasi penyajian data secara visual, seperti *Mapinfo*. Untuk mengkondisikan perbedaan koordinat simulasi (numerik) terhadap koordinat pada *Mapinfo* (geometris), maka perlu untuk mengubah sistem koordinat tersebut dengan padanan koordinat *long* (x) dan *lat* (y) sebagai berikut:

Tabel 3.7 Bidang *longitude* [11]

Posisi	Sistem Koordinat Geografis	Nilai
<i>Longitude</i>	Keliling Bumi (Khatulistiwa)	40075.02 km
	Keliling Bumi (Sudut)	360°
	1°	111.3195 km
	1 km (X)	0.008983°

Tabel 3.8 Bidang *latitude* [11]

Posisi	Sistem Koordinat Geografis	Nilai
<i>Latitude</i>	Keliling Bumi (Khatulistiwa)	40007.86 km
	Keliling Bumi (Sudut)	360°
	1°	111.1329 km
	1 km (Y)	0.008998°

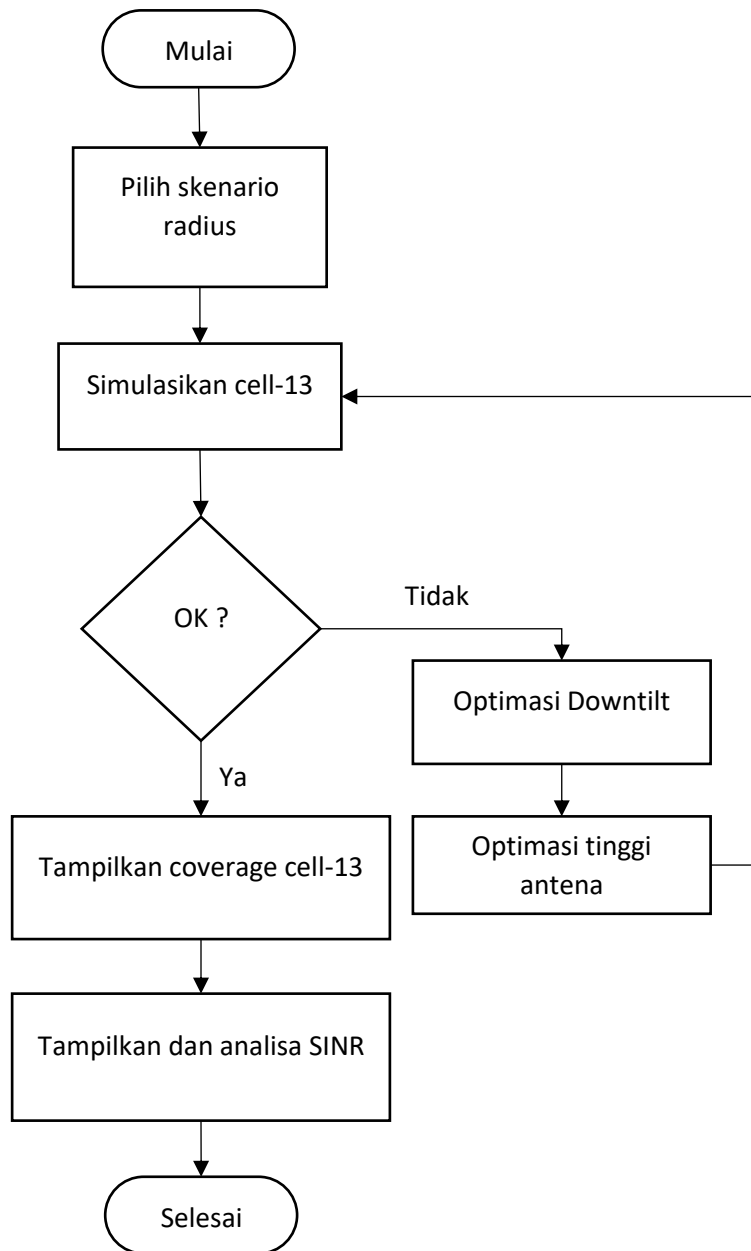
Penggunaan kedua bidang geografis ini adalah untuk memvisualisasikan hasil simulasi pada aplikasi matlab dengan menggunakan bantuan *mapinfo*. Dimana dalam hal ini pada saat memvisualisasikan perlu adanya koordinat dari x dan y. Sehingga nantinya dapat dihitung beberapa parameter yang dibutuhkan pada penelitian ini, seperti: jarak *coverage*, jumlah sampel dan jarak antar sampel.

Sebelum dilakukan visualisasi perlu dilakukan optimasi pada beberapa komponen yang telah didefinisikan sebelumnya, yaitu: tinggi antenna, *downtilt* dan radius. Setelah itu data akan disajikan dalam bentuk gambar bts pada radius 1000, 750, dan 500. Kemudian pada model visualisasi juga terdapat indikator warna sesuai *legend* yang telah diatur sebelumnya. Pada akhirnya model penyajian akan dinyatakan dalam bentuk tabel, yang berisi hasil optimasi jarak *coverage* pada kondisi antenna dan *downtilt* tertentu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

3.5 Metoda Analisa

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

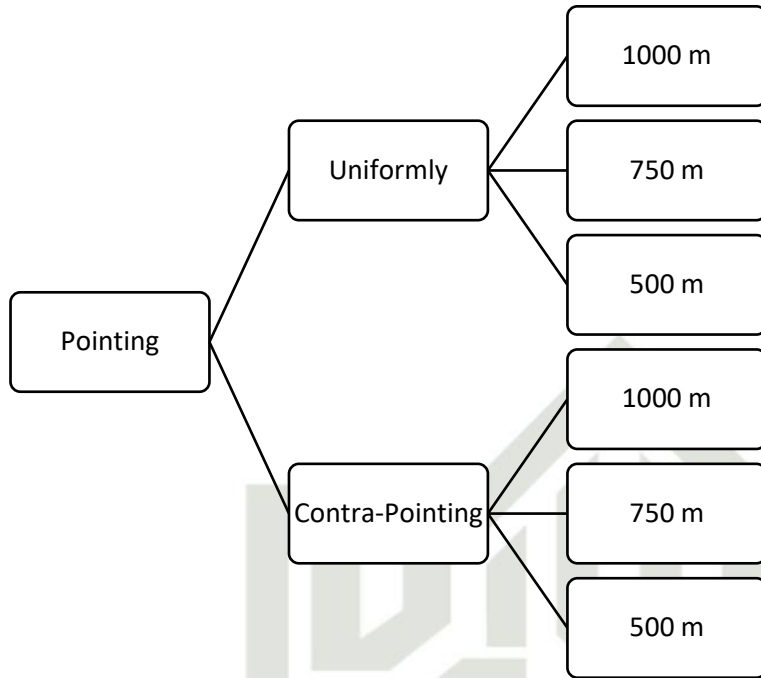


Gambar 3.24 Model algoritma metoda analisa

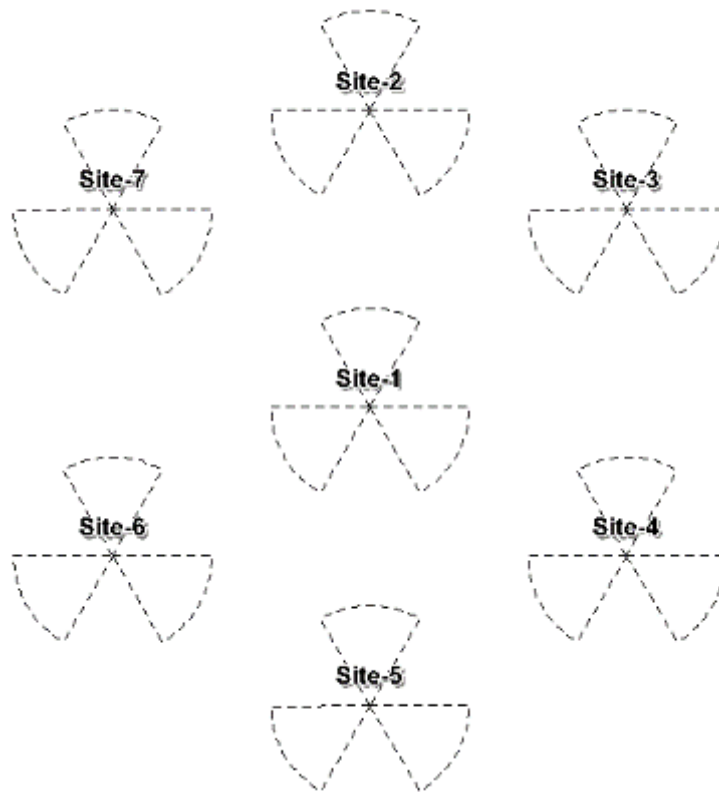
Untuk melakukan percobaan atas variabel radius terhadap *pointing* dari antena (distribusi *azimuth cell*), maka beberapa skenario percobaan disusun sebagaimana yang diperlihatkan oleh gambar berikut ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.25 Skenario percobaan pada penelitian

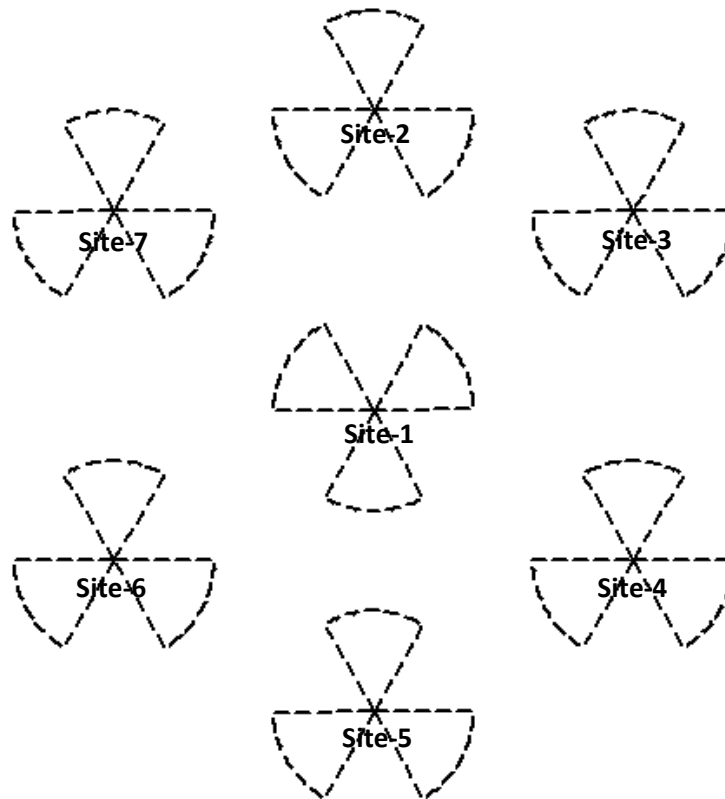


Gambar 3.26 Skenario *uniformly-pointing distribution*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Model *Uniformly pointing distribution* merupakan pengarahannya *site* secara seragam. Yaitu dapat dilihat pada gambar (3.26), bahwa posisi setiap *site* berada pada derajat sudut yang sama. Boleh dikatakan bahwa model tersebut adalah model umum yang digunakan pada beberapa penelitian sejenis.



Gambar 3.27 Skenario *Contra pointing distribution*

Pada gambar (3.27) diatas merupakan model *layout* berdasarkan skenario *contra pointing distribution*. Disebut *contra pointing* karena posisi *site* berlawanan arah dengan *site* lain disekitarnya. Dimana pada *site-1* akan diubah sudut pengarahannya menjadi 60° , 180° dan 300° . Sehingga diperkirakan antara *cell-2* yang terdapat pada *site-1* dan *cell-13* yang merupakan bagian *site-5* akan saling menginterferensi. Terjadinya hal tersebut disebabkan oleh posisi *site-1* yang arah *pointing*nya kearah bawah langsung berhadapan dengan *site-5* yang *pointing*nya kearah atas. Pada kenyataan sebenarnya dilapangan segala kemungkinan *pointing* dapat terjadi, karena untuk menunjang mobilitas *user* yang tinggi khususnya pada jaringan selular 4G-LTE.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Teknologi.bisnis.com. Tersedia:
<https://teknologi.bisnis.com/read/20200406/101/1223375/covid-19-trafik-telkomsel-melonjak> [06 April 2020]
- [2] Merdeka.com. Tersedia:
<https://www.merdeka.com/teknologi/selama-covid-19-trafik-data-melonjak-tapi-tak-selalu-linier-dengan-pendapatan.html> [22 April 2020]
- [3] Medcom.id. Tersedia:
<https://www.medcom.id/teknologi/news-teknologi/JKRGnmVN-internet-melambat-operator-seluler-akui-ada-peningkatan-trafik> [01 April 2020]
- [4] Conference Paper, “Frequency Reuse for 4G Technologies : A Survey”. Tersedia :
<https://www.researchgate.net/publication/270820214> [February 2015]
- [5] Li, dkk. “A universal frequency reuse scheme ini LTE-A heterogeneous networks”. Harbin Engineering University, China, 2016.
- [6] Pratama, Usman, Mardiyanto. “Analisis Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Menggunakan Metode Frekuensi Reuse 1, Fractional Frequency Reuse dan Soft Frequency Reuse Studi Kasus Kota Bandung”. Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [7] Sekarsari, Setiyanto, Mulyana. “Unjuk – Kerja Layanan Best Effort Pada LTE Dengan Pakai Ulang Frekuensi Fraksional Tiga Jenjang”. Universitas Gadjah Mada, Dadapan, Godean, Sleman, Yogyakarta 55564, 2014.
- [8] Girma, Konditi, Maina. “Frequency re-use distance calculation ini cellular system based on Monte-Carlo Simulation”. Pan African University, Nairobi, Kenya, 2019.
- [9] Ullah, dkk. “Stochastic Geometry Based Dynamic Fractional Frequency Reuse for OFDMA System”. Universitas Teknologi Malaysia (UTM), Skudai, 81310, Johor, Malaysia. 2014
- [10] Hikmaturokhman, Lutfita, Danisya. “4G-LTE 1800 MHz Coverage and Capacity Network Planning using Frequency Reuse 1 Model for Rural Area in Indonesia”. Institut Teknologi Telkom Purwekerto, DI Panjaitan No.128, Purwekerto, 2017.
- [11] Dirgayansa. “Optimasi jumlah neighbor cell pada jaringan WCDMA berdasarkan EC/IO dan Catchment Angel”. Jurusan Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Riau, 2019.
- [12] Syaban. “Optimasi Tinggi Antena, Downtilt dan Daya Pancar Base Station pada Microcell-WCDMA”. Jurusan Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Riau, 2018.
- [13] UTRA Channels. Tersedia :
<http://www.umtsworld.com/technology/UMTSChannels.html>. [10 Oktober 2019].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [14] The Friis Equation. www.antenna-theory.com/basics/friss.php. [5 Juli 2019].
- [15] Harisuddin. “*Analisa Coverage CDMA Menggunakan Map Info*”. Skripsi, Teknik Elektro. UIN Suska Riau. Pekanbaru 2013
- [16] TELETOPIX.ORG. “*Calculation for Body Loss and Feeder Loss for LTE*”. Tersedia:<http://www.teletopix.org/4g-lte/calculation-for-body-loss-and-feeder-lossfor-lte/>. [5 Juli 2019].
- [17] Budiyanto. Aldila. “*Studi Analisis Pengaruh Interferensi Co-Channel BCCH (Broadcast Control Channel) Terhadap Kualitas Sel Sistem DCS (Digital Cellular System) 1800*”. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, 2013.
- [18] Harahap, Rahayu. “*Analisis Perancangan Fractional Frequency Reuse Pada Jaringan Long Term Evolution di Kota Pekanbaru*”. Teknik Elektro. Universitas Riau. Pekanbaru. 2017.
- [19] SAHA, “*A Handbook on Cellular Mobile Communication Laboratory- A MATLAB Based Approach*”. KDDI Research. 2016.
- [20] ETSI Mobile Competence Center, “*Overview of 3GPP Release 99 Summary of all Release 99 Features*”. Copyright ETSI. 2004.
- [21] 3GPP.ORG. Tersedia : <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte> [Desember 2008]

Lampiran A-1

Script Matlab Program Utama (Simulator)

```
% PROGRAM UTAMA

% ===== setting umum =====
Pt=40; % power transmit 20 watt
m=30; % jumlah sampel per baris
n=30; % jumlah sampel per kolom
rad=1000; % radius dalam satuan meter\
f=1800; % frekuensi 1800Mz
jum_sel=21;
otloss=0; % penetrasi loss
Pn=-106.65; % power noise

% setting layout dan antenna-----
hm=2; %tinggi antenna mobile
gmax=17; % gain maksimum antenna

%-----

% ===== bangkitkan koord sample =====
msamp=sampel(rad,m,n);
% -----

% ===== bankitkan koord site =====
mcel= bts( rad);
%-----

o=waitbar(0, 'Menunggu perhitungan looping per sampel titik...');

% === Perhitungan per titik sample ===
for s=1:m*n % jumlah sample
    xm=msamp(s,1); %koord-x mobile
    ym=msamp(s,2); %koord-y mobile
    for c=1:jum_sel
        % ===dapatkan info setting per sel ===
        xn=mcel(c,1); %koord-x sel
        yn=mcel(c,2); %kood-y sel
        hn=mcel(c,6); %tinggi antenna sel
        az=mcel(c,5); %azimuth sel
        dtilt=mcel(c,7); %downtilt sel
        %-----

        % ===== hitung daya terima =====
        % ploss=lp(xn,yn,xm,ym,hn,hm,f); % loss propagasi, nilai negatif
        ploss=pathloss( xm,ym,xn,yn,hn);
        phigam=GAnt( xn,yn,xm,ym,az,dtilt,hn,hm); %sudut gain
        gain_ant=GT( phigam,gmax); %total gain antenna
        feedloss=lossfeeder(hn);
        Pr=Pt+gain_ant-(ploss+feedloss+otloss);
        Prmw=10^(Pr/10);
        temp_pr(s,c)=Pr; % simpan penerimaan sel u/ sample ke-s
        temp_mw(s,c)=Prmw; % dalam satuan miliwatt
        % -----
    end
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
% ===== urutkan best server =====
urutan=descen(temp_pr); % matrik temp_pr
best_cell(s,1)=msamp(s,3); % koord long
best_cell(s,2)=msamp(s,4); % koord lat
best_cell(s,3:size(urutan,2)+2)=urutan(s,1:size(urutan,2));
waitbar(s/(m*n))

% ===== hitung total interfer =====
totif(s,1)=sum(temp_mw(s,:));
for a=1:jum_sel
    pmw=totif(s,1)-temp_mw(s,a);
    sinr(s,a)=10*log10(temp_mw(s,a)/pmw);
end
larutan=descen(sinr);
best_sinr(s,1)=msamp(s,3);
best_sinr(s,2)=msamp(s,4);
best_sinr(s,3:size(larutan,2)+2)=larutan(s,1:size(larutan,2));

% ===== hitung SINR persel =====

end

close(o)
% -----
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-2

Script Matlab Sub-program Sample

```
function [ keluaran] = sampel( rad,M,N )
% fungsi untuk menghitung nomor dan koordinat sample
% Initial setting
P=5*rad*power(3,0.5);
T=9.5*rad;

for n=1:N
    for m=1:M
        smn=M*(n-1)+m;
        xmn=(m-0.5)*P/M;
        ymn=(n-0.5)*T/N;
        % save sebagai output
        keluaran(smn,1)=xmn;
        keluaran(smn,2)=ymn;
        keluaran(smn,3)=xmn/111319.5; % longitude
        keluaran(smn,4)=ymn/111132.9; % latitude
    end
end
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-3

Script Matlab Sub-program Pathloss

```
function [ mylost ] = pathloss( xm,ym,xn,yn,hb)
%Perhitungan pathloss pada antena walfisch ikegami
%=====LOST COST 231: WALFISCH-IKEGAMI=====
hroof=16; % dalam satuan meter, tinggi gedung=4m x 4 lantai
%---Hitung d-----
d=sqrt((xm-xn)^2+(ym-yn)^2+(hb)^2)/1000; % dalam satuan km
%---Hitung FSL-----
FSL=98.4606+20*log10(d);
%---Hitung rts-----
rts=8.62183;
%---Hitung bsh-----
if hb<hroof
    bsh=0;
else
    bsh=-18*log10(1+(hb-hroof));
end
%---Hitung ka-----
if hb>hroof
    ka=54;
else
    if d<0.5
        ka=54-0.8*(hb-hroof)*d/0.5;
    else
        ka=54-0.8*(hb-hroof);
    end
end
%---Hitung kd-----
if hb>hroof
    kd=18;
else
    kd=18-15*(hb-hroof)/hroof;
end
%---Hitung MSD-----
msd=bsh+ka+kd*log10(d)-24.9372;
%---Hitung total lost-----
if rts+msd>0
    mylost=FSL+msd+rts;
else
    mylost=FSL;
end
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-4

Script Matlab Sub-program BTS

```
function [ engpar] = bts( rad)
% Fungsi untuk membangkitkan koord bts berdasarkan radius dan layout
% Layout adalah berdasarkan kasus Fractional Frequency
% koordbts=[x y xlong ylat azimuth t
% x , y , long, lat, azimuth, ta, teta
abts=[
4.330127019 4.5 4.330127019 4.5 60 15 6
4.330127019 4.5 4.330127019 4.5 180 15 6
4.330127019 4.5 4.330127019 4.5 300 15 6
4.330127019 7.5 4.330127019 7.5 0 15 6
4.330127019 7.5 4.330127019 7.5 120 15 6
4.330127019 7.5 4.330127019 7.5 240 15 6
6.92820323 6.5 6.92820323 6.5 0 15 6
6.92820323 6.5 6.92820323 6.5 120 15 6
6.92820323 6.5 6.92820323 6.5 240 15 6
6.92820323 3 6.92820323 3 0 15 6
6.92820323 3 6.92820323 3 120 15 6
6.92820323 3 6.92820323 3 240 15 6
4.330127019 1.5 4.330127019 1.5 0 15 6
4.330127019 1.5 4.330127019 1.5 120 15 6
4.330127019 1.5 4.330127019 1.5 240 15 6
1.732050808 3 1.732050808 3 0 15 6
1.732050808 3 1.732050808 3 120 15 6
1.732050808 3 1.732050808 3 240 15 6
1.732050808 6.5 1.732050808 6.5 0 15 6
1.732050808 6.5 1.732050808 6.5 120 15 6
1.732050808 6.5 1.732050808 6.5 240 15 6
];
engpar=abts;
for a=1:21
engpar(a,1)=abts(a,1)*rad;
engpar(a,2)=abts(a,2)*rad;
engpar(a,3)=engpar(a,1)/111319.5;
engpar(a,4)=engpar(a,2)/111132.9;
end
```

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-5

Script Matlab Sub-program Loss Feeder

```
function [ loss ] = lossfeeder(hn)
%fungsi menentukan loss feeder
if hn==15
    loss=1.12;
elseif hn==20
    loss=1.33;
else
    loss=1.55;
end
end
```

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

Lampiran A-6

Script Matlab Sub-program Gain Antena Horizontal dan Vertikal

```
function [ phigam] = GAnt( xn,yn,xm,ym,alpa,teta,hn,hm)
% Fungsi yang mengeluarkan sudut phi dan gamma pada pola radiasi antenna
% berdasarkan titik koordinat, azimuth dan downtilt

% ===== Hitung jarak =====
d=power( (power(xn-xm,2)+power(yn-ym,2)),0.5);

% ===== Hitung Delta =====
dy=ym-yn;
dx=xm-xn;
delta=atand(power(power(dy,2),0.5)/power(power(dx,2),0.5));

% ===== Hitung sign a =====
if dy <0
    ka=-1;
elseif dy==0
    ka=0;
else
    ka=1;
end

% ===== Hitung beta =====
if dx==0
    if dy>=0
        beta=0;
    else
        beta=180;
    end
else
    if dx>0
        beta=90-(ka*delta);
    else
        beta=270+(ka*delta);
    end
end

phigam(1,1)=mod(360-alpa+beta,360);

% ===== Hitung gamma =====
tau=atand(d/(hn-hm));
if teta<=0 % untuk menghindari pembagian 0 atau negatif
    gama=90-tau+teta;
else %hitung titik jatuh pancaran maksimum
    dteta=(hn-hm)/tand(teta);
    gama=mod(90-(tau+teta),360);
end

phigam(1,2)=gama;
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-7

Script Matlab Sub-program Gain Antena Total

```
function [ gatot] = GT( phigam,gmax)
%UNTITLED2 Summary of this function goes here
% Detailed explanation goes here
% basis pertama matrix adalah sudut 0, shingga perlu +1 buat horizontal
% dan tambah 91 buat vertical
gain_mat=[
0.002840237      -28.00
0.011360947      -27.75
0.025562130      -27.80
0.045443787      -27.50
0.071005917      -27.50
0.102248521      -27.60
0.139171598      -27.70
0.181775148      -27.80
0.230059172      -27.90
0.284023669      -28.00
0.343668639      -28.25
0.408994083      -28.50
0.480000000      -28.75
0.556686391      -29.00
0.639053254      -29.50
0.727100592      -30.00
0.820828402      -31.00
0.920236686      -32.00
1.025325444      -34.00
1.136094675      -35.00
1.252544379      -36.00
1.374674556      -37.00
1.502485207      -37.00
1.635976331      -36.00
1.775147929      -35.00
1.920000000      -34.00
2.070532544      -33.00
2.226745562      -32.00
2.388639053      -31.00
2.556213018      -30.75
2.729467456      -30.50
2.908402367      -31.00
3.093017751      -33.00
3.283313609      -35.00
3.479289941      -37.00
3.680946746      -38.00
3.888284024      -39.00
4.101301775      -38.00
4.320000000      -37.00
4.544378698      -33.00
4.774437870      -30.00
5.010177515      -28.00
5.251597633      -25.00
5.498698225      -22.00
5.751479290      -20.00
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

009940828	-18.00
0.274082840	-16.00
0.543905325	-15.00
0.819408284	-14.50
1.100591716	-14.25
1.400000000	-14.20
1.600000000	-14.60
1.800000000	-15.50
2.000000000	-17.00
2.300000000	-18.00
2.500000000	-21.50
2.700000000	-24.00
3.000000000	-27.00
3.300000000	-29.50
3.500000000	-29.25
3.700000000	-27.00
4.000000000	-26.00
4.500000000	-24.00
5.000000000	-23.00
5.500000000	-22.00
6.000000000	-21.50
6.300000000	-22.00
6.500000000	-24.00
6.700000000	-31.00
7.000000000	-32.50
7.300000000	-30.00
7.500000000	-25.00
7.700000000	-23.50
8.000000000	-22.50
8.300000000	-22.75
8.500000000	-28.00
8.700000000	-34.00
9.000000000	-35.00
9.300000000	-37.00
9.500000000	-35.00
9.700000000	-30.00
10.000000000	-22.00
10.300000000	-14.00
10.500000000	-11.00
10.700000000	-8.00
11.000000000	-5.00
11.300000000	-2.75
11.500000000	-1.00
11.700000000	-0.25
12.000000000	0.00
12.300000000	-0.25
12.500000000	-1.00
12.700000000	-2.75
13.000000000	-5.00
13.300000000	-9.00
13.500000000	-16.00
13.700000000	-26.00
14.000000000	-20.00
14.300000000	-15.50
14.600000000	-14.50
15.000000000	-15.50
15.300000000	-17.50
15.600000000	-20.50



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

25.6000000000	-25.00
25.6000000000	-29.00
26.3000000000	-23.00
26.7000000000	-20.00
27.0000000000	-19.00
27.3000000000	-19.25
27.7000000000	-20.00
28.0000000000	-25.00
28.5000000000	-38.00
29.0000000000	-37.00
30.0000000000	-36.00
30.4000000000	-35.00
30.7000000000	-32.50
31.0000000000	-31.00
32.0000000000	-22.00
33.0000000000	-19.00
33.3000000000	-17.00
33.5000000000	-15.50
33.7000000000	-14.25
34.0000000000	-13.75
34.2000000000	-14.00
34.4000000000	-14.50
34.5000000000	-16.00
34.6000000000	-17.00
34.8000000000	-20.00
34.6000000000	-22.00
34.4000000000	-25.00
34.2000000000	-37.00
34.0000000000	-36.00
33.5000000000	-35.00
33.0000000000	-34.00
32.7000000000	-32.00
32.5000000000	-30.00
32.3000000000	-29.50
32.0000000000	-29.00
31.8000000000	-28.75
31.8000000000	-28.50
31.7000000000	-28.25
31.7000000000	-28.50
31.7000000000	-28.75
31.8000000000	-29.00
31.8000000000	-30.00
31.8000000000	-32.00
31.9000000000	-33.00
32.0000000000	-33.25
32.3000000000	-33.10
32.5000000000	-33.00
32.7000000000	-32.75
33.0000000000	-32.50
34.0000000000	-32.25
34.4000000000	-32.00
34.8000000000	-31.50
35.0000000000	-31.00
36.0000000000	-30.50
37.0000000000	-30.40
37.5000000000	-30.60
38.0000000000	-31.00
38.5000000000	-32.00



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

39.000000000	-32.00
39.500000000	-32.00
40.000000000	-32.00
40.300000000	-32.10
40.000000000	-32.10
39.500000000	-33.00
39.000000000	-33.50
38.000000000	-34.00
37.700000000	-35.00
37.400000000	-35.50
37.000000000	-35.75
36.000000000	-36.00
35.700000000	-36.26
35.200000000	-36.50
35.000000000	-37.00
34.700000000	-37.50
34.400000000	-38.00
34.000000000	-39.00
34.000000000	-40.00
33.500000000	-40.00
33.400000000	-40.00
33.300000000	-40.00
33.200000000	-40.00
33.200000000	-40.00
33.200000000	-40.00
33.200000000	-40.00
33.300000000	-40.00
33.400000000	-40.00
33.700000000	-40.00
34.000000000	-40.00
34.200000000	-40.00
34.500000000	-40.00
35.000000000	-40.00
35.500000000	-40.00
36.000000000	-40.00
37.000000000	-40.00
37.500000000	-40.00
38.000000000	-40.00
39.000000000	-40.00
40.000000000	-40.00
41.000000000	-40.00
42.000000000	-40.00
43.000000000	-40.00
44.000000000	-40.00
44.500000000	-40.00
45.000000000	-37.50
45.300000000	-38.00
45.500000000	-39.00
45.300000000	-40.00
45.000000000	-40.00
44.000000000	-40.00
43.000000000	-40.00
42.000000000	-40.00
41.500000000	-40.00
41.000000000	-40.00
40.500000000	-40.00
40.000000000	-40.00

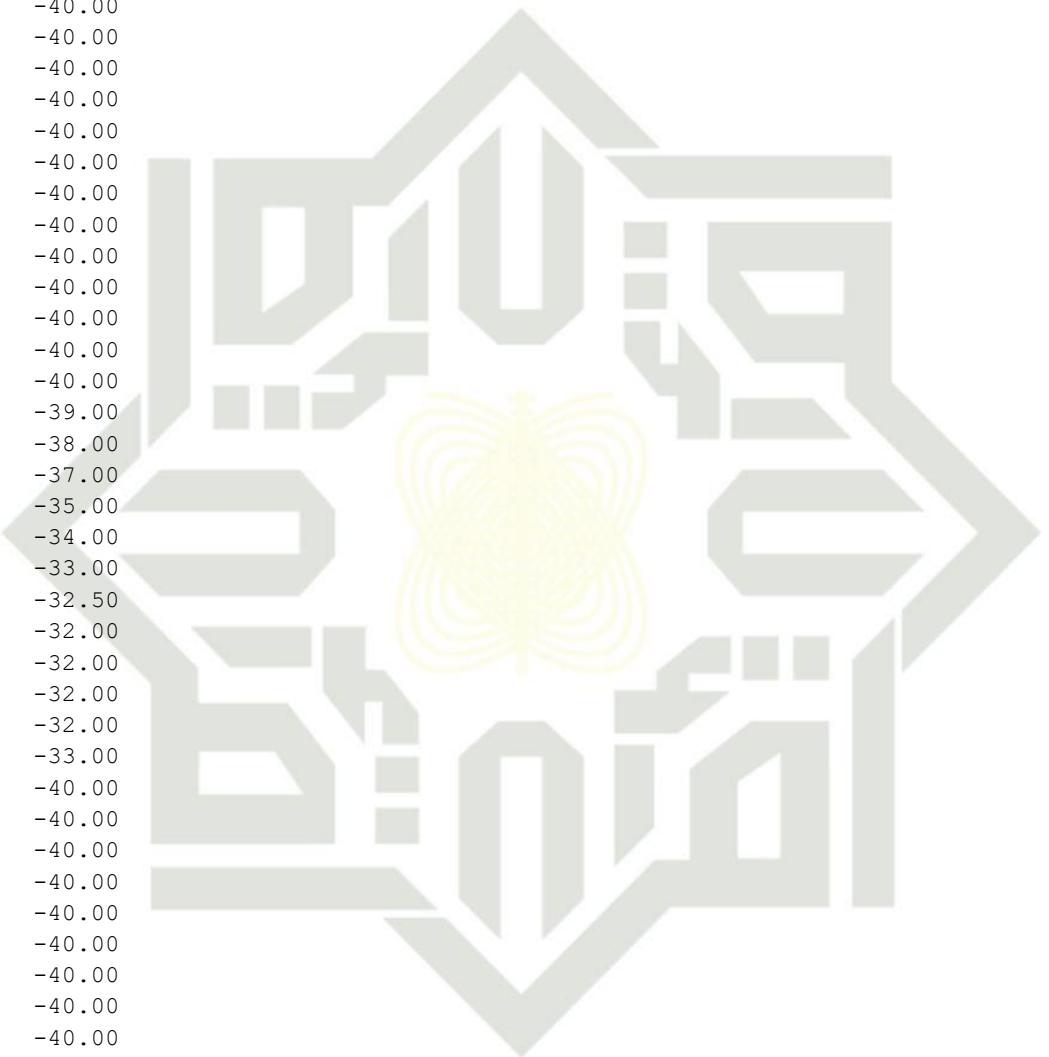


UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau	5000000000	-40.00
	39.0000000000	-40.00
	38.7000000000	-40.00
	38.5000000000	-40.00
	38.3000000000	-40.00
	38.1000000000	-40.00
	38.0000000000	-40.00
	37.8000000000	-40.00
	37.5000000000	-40.00
	37.0000000000	-38.00
	36.3000000000	-40.00
	35.7000000000	-40.00
	35.4000000000	-40.00
	35.0000000000	-40.00
	34.5000000000	-40.00
	34.2000000000	-40.00
	34.0000000000	-40.00
	33.0000000000	-40.00
	32.5000000000	-40.00
	32.0000000000	-40.00
	31.5000000000	-40.00
	31.4000000000	-40.00
	31.0000000000	-40.00
	30.7000000000	-39.00
	30.5000000000	-38.00
	30.0000000000	-37.00
	29.0000000000	-35.00
	29.5000000000	-34.00
	28.5000000000	-33.00
	28.0000000000	-32.50
	27.8000000000	-32.00
	27.5000000000	-32.00
	27.0000000000	-32.00
	27.0000000000	-32.00
	26.5000000000	-33.00
	26.3000000000	-40.00
	26.0000000000	-40.00
	25.8000000000	-40.00
	25.5000000000	-40.00
	25.3000000000	-40.00
	25.0000000000	-40.00
	24.8000000000	-40.00
	24.5000000000	-40.00
	24.3000000000	-40.00
	24.0000000000	-39.00
	23.5000000000	-38.00
	23.0000000000	-37.00
	22.5000000000	-36.00
	22.0000000000	-35.00
	21.5000000000	-34.00
	21.0000000000	-33.00
	20.8000000000	-33.00
	20.5000000000	-33.50
	20.3000000000	-33.75
	20.0000000000	-34.00
	19.5000000000	-35.00
	19.0000000000	-36.00
	18.5000000000	-37.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

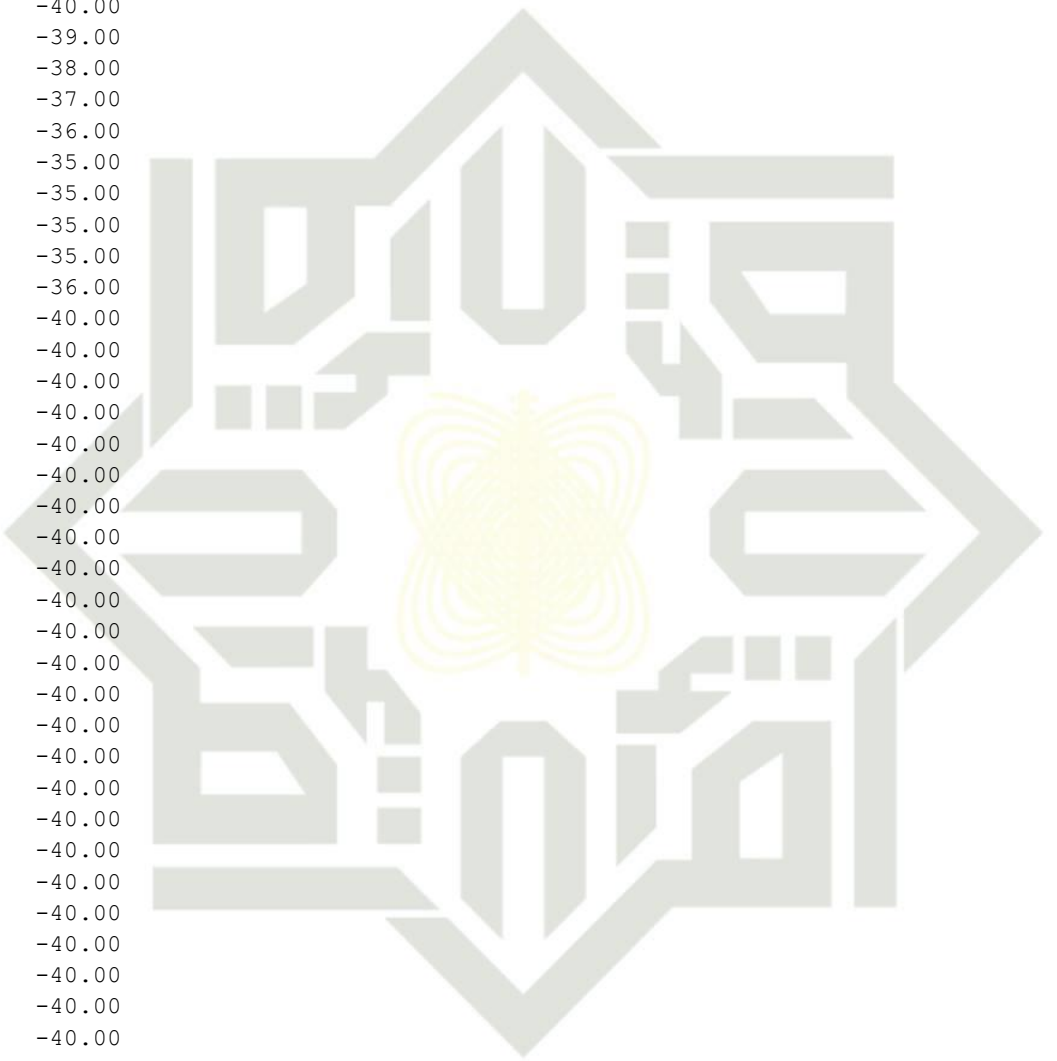


UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8.000000000	-38.00
7.500000000	-39.00
7.000000000	-40.00
6.500000000	-40.00
6.000000000	-40.00
5.500000000	-40.00
5.200000000	-40.00
5.000000000	-40.00
4.500000000	-40.00
4.200000000	-40.00
4.000000000	-40.00
3.700000000	-39.00
3.500000000	-38.00
3.000000000	-37.00
2.500000000	-36.00
2.000000000	-35.00
1.500000000	-35.00
1.200000000	-35.00
1.000000000	-35.00
0.500000000	-36.00
0.200000000	-40.00
10.000000000	-40.00
9.500000000	-40.00
9.200000000	-40.00
9.000000000	-40.00
8.700000000	-40.00
8.500000000	-40.00
8.200000000	-40.00
8.000000000	-40.00
7.700000000	-40.00
7.500000000	-40.00
7.200000000	-40.00
7.100591716	-40.00
6.819408284	-40.00
6.543905325	-40.00
6.274082840	-40.00
6.009940828	-40.00
5.751479290	-40.00
5.498698225	-40.00
5.251597633	-40.00
5.010177515	-40.00
4.774437870	-40.00
4.544378698	-40.00
4.320000000	-40.00
4.101301775	-40.00
3.888284024	-39.00
3.680946746	-38.00
3.479289941	-37.00
3.283313609	-36.00
3.093017751	-34.00
2.908402367	-33.00
2.729467456	-32.00
2.556213018	-31.00
2.388639053	-30.00
2.226745562	-30.00
2.070532544	-32.00
1.920000000	-35.00
1.775147929	-40.00



UIN SUSKA RIAU

```

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
635976331 -40.00
502485207 -40.00
374674556 -39.00
252544379 -38.00
136094675 -37.00
025325444 -36.00
920236686 -34.50
820828402 -34.50
727100592 -34.50
639053254 -34.50
556686391 -34.50
480000000 -34.50
408994083 -34.50
343668639 -34.50
284023669 -34.00
230059172 -33.00
181775148 -32.00
139171598 -31.00
102248521 -30.00
071005917 -29.50
045443787 -29.25
0025562130 -29.00
0011360947 -28.75
002840237 -28.50
000000000 -28.25
];

```

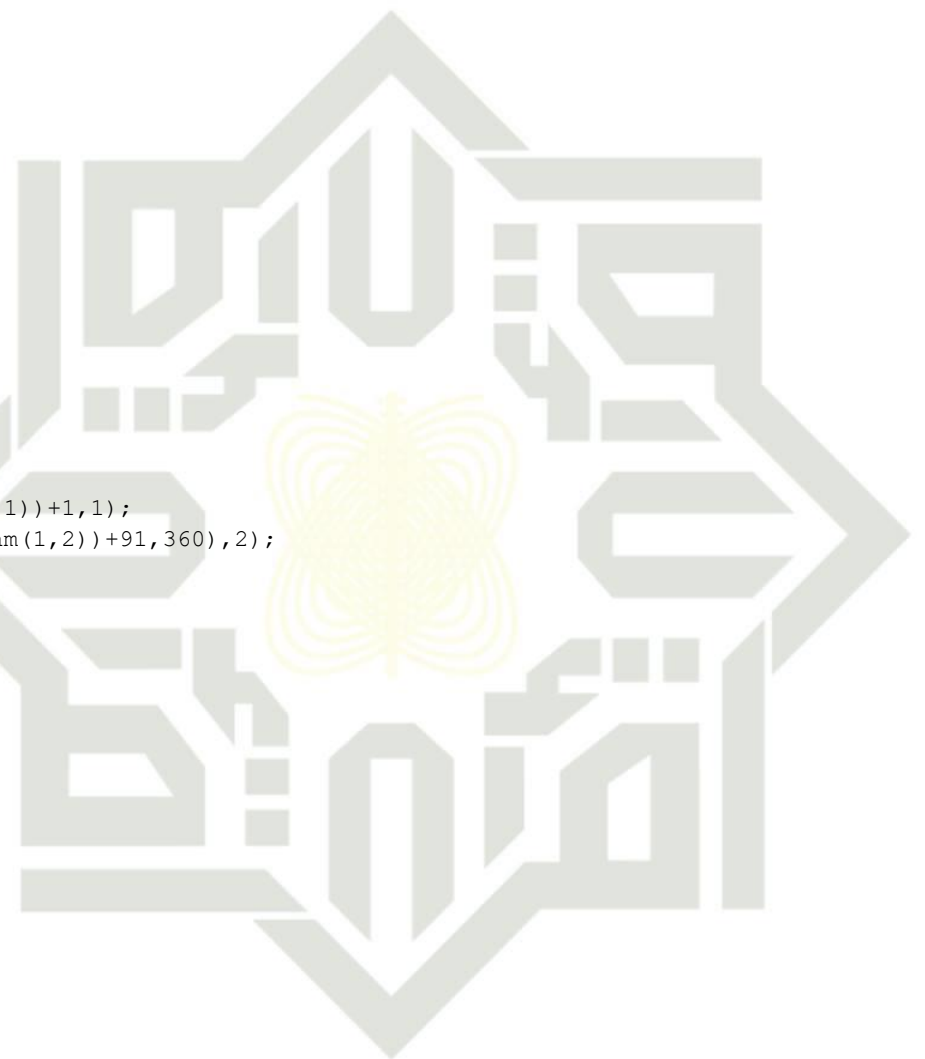
```

gphi=gain_mat(fix(phigam(1,1))+1,1);
gtau=gain_mat(mod(fix(phigam(1,2))+91,360),2);
gatot=gphi+gtau+gmax;

```

end

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-8

Script Matlab Sub-program *Descening* Daya Terima

```
function [ mat_ds] = descen( temp_pr)
%Fungsi untuk mengurutkan matriks Temp_pr

jum_bar=size(temp_pr,1);
for u=1:jum_bar
    mat_pr(1,:)=temp_pr (u,:);           % copy 1 baris
    mat_pr(2,:)=[1:size(mat_pr,2)];      % beri no cell berurutan
    ka=size(mat_pr,2);                   % jumlah langkah
    for a=1:ka
        for b=1:ka-a
            if mat_pr(1,ka-b)<mat_pr(1,ka-b+1)
                simpan=mat_pr(:,ka-b);
                mat_pr(:,ka-b)=mat_pr(:,ka-b+1);
                mat_pr(:,ka-b+1)=simpan;
            end
        end
    end
    mat_ds(u,1:size(mat_pr,2))=mat_pr(1,:); % daya sinyal terima
    mat_ds(u,size(mat_pr,2)+1:2*size(mat_pr,2))=mat_pr(2,:); % no sinyal
end
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-9

Script Matlab Sub-program *Descening Best Server*

```
function [ mat_pr] = analisa( temp_pr)
% fungsi mengurutkan penerimaan daya dari setiap sel dari yang terbesar
% Mencari best server
mat_pr(1,:)=temp_pr;
mat_pr(2,:)= [1:size(mat_pr,2)];
ka=size(mat_pr,2); % jumlah langkah
for a=1:ka
    for b=1:ka-a
        if mat_pr(1,ka-b)>mat_pr(1,ka-b+1)
            simpan=mat_pr(:,ka-b);
            mat_pr(:,ka-b)=mat_pr(:,ka-b+1);
            mat_pr(:,ka-b+1)=simpan;
        end
    end
end
end
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran A-10

Script Matlab Sub-program *Loss Propagasi (FSL)*

```
function [ fsl ] = lp(xn,yn,xm,ym,hn,hm,f)
%fungsi untuk menghitung loss propagasi
dprop=power(power(xn-xm,2)+power(yn-ym,2)+power(hn-hm,2),0.5);
fsl=27.56-(20*log10(f)+20*log10(dprop));
end
```

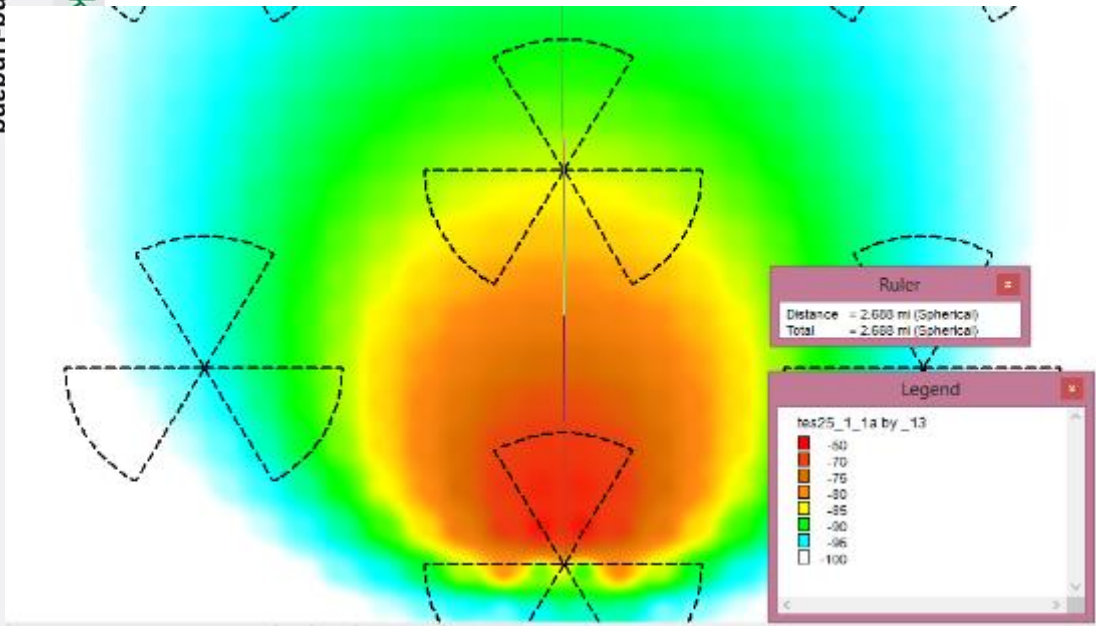
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

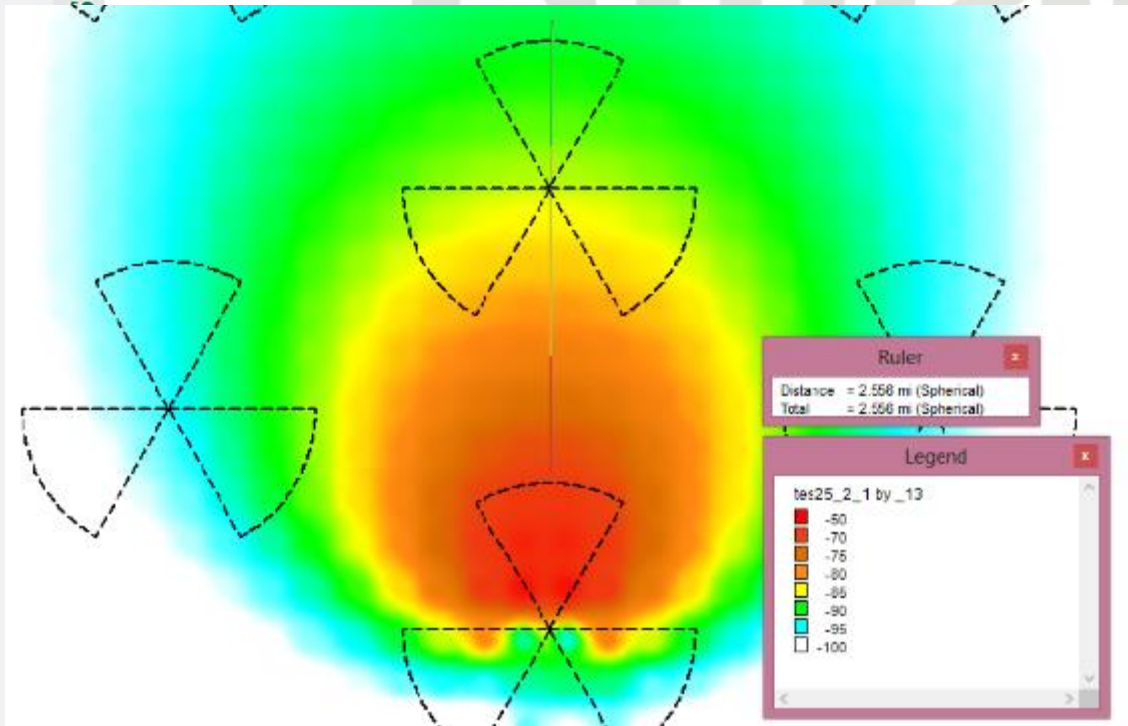
Lampiran B-1

Gambar Simulasi *Uniformly Pointing Distribution* Radius 1000 meter

Tinggi antenna 25 meter *downtilt 1*

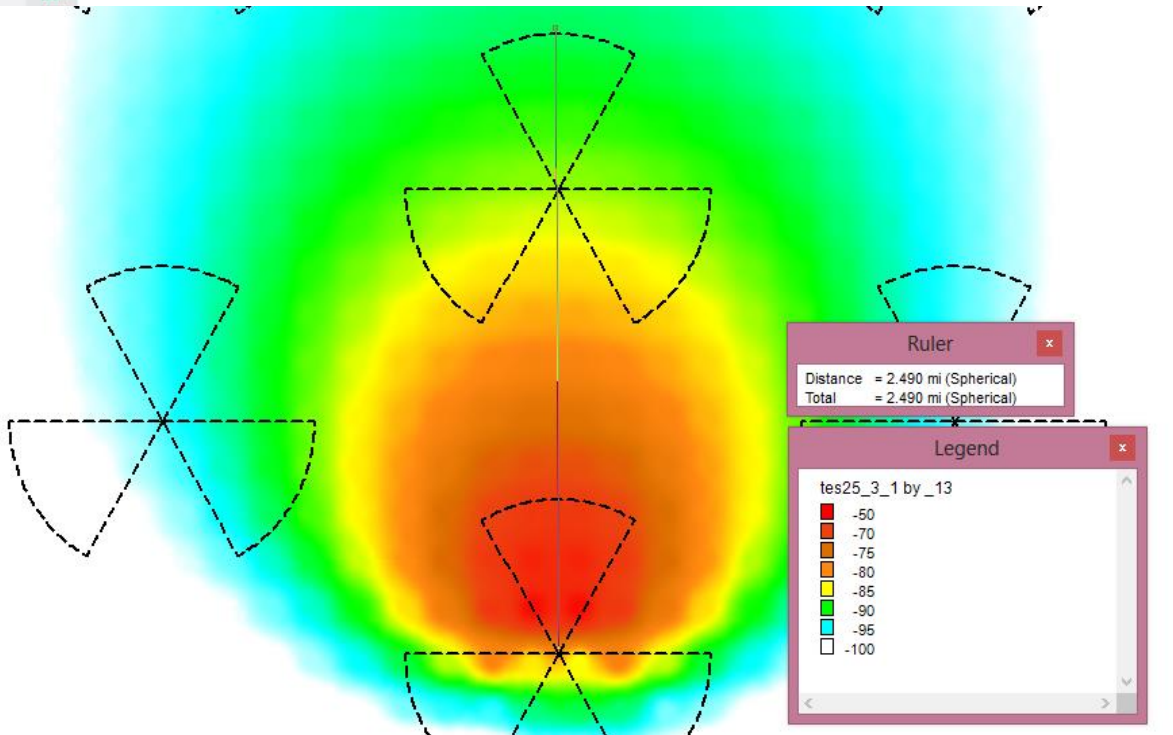


Tinggi antenna 25 meter *downtilt 2*

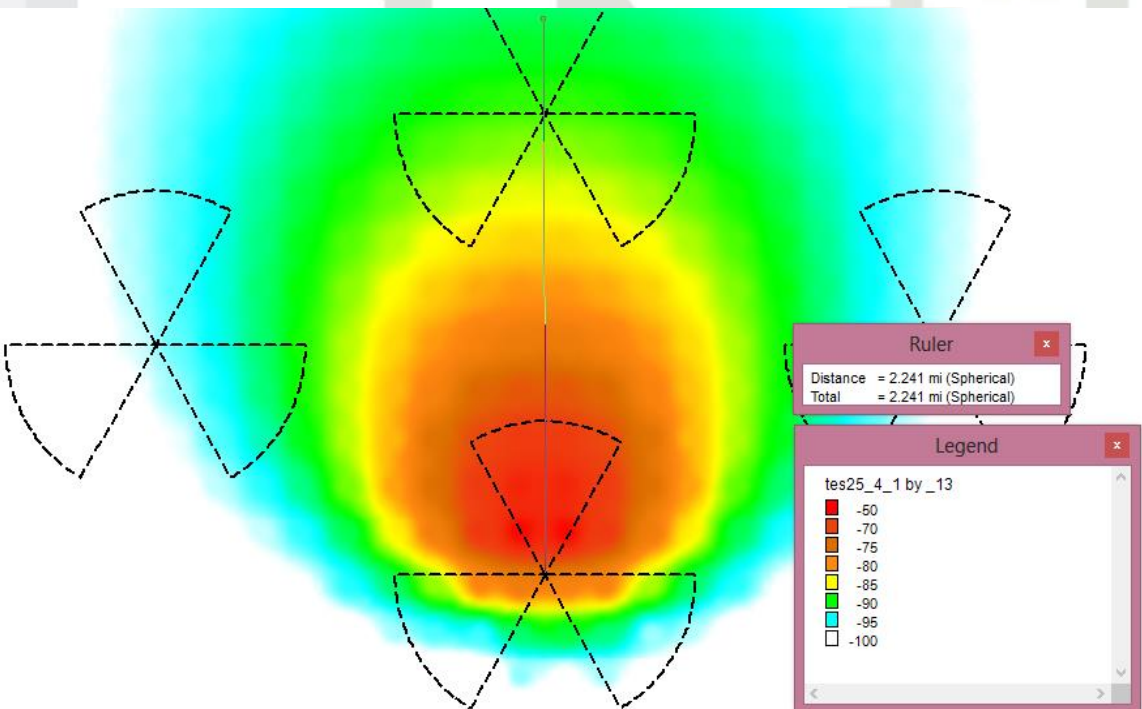


- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 25 meter downtilt 3

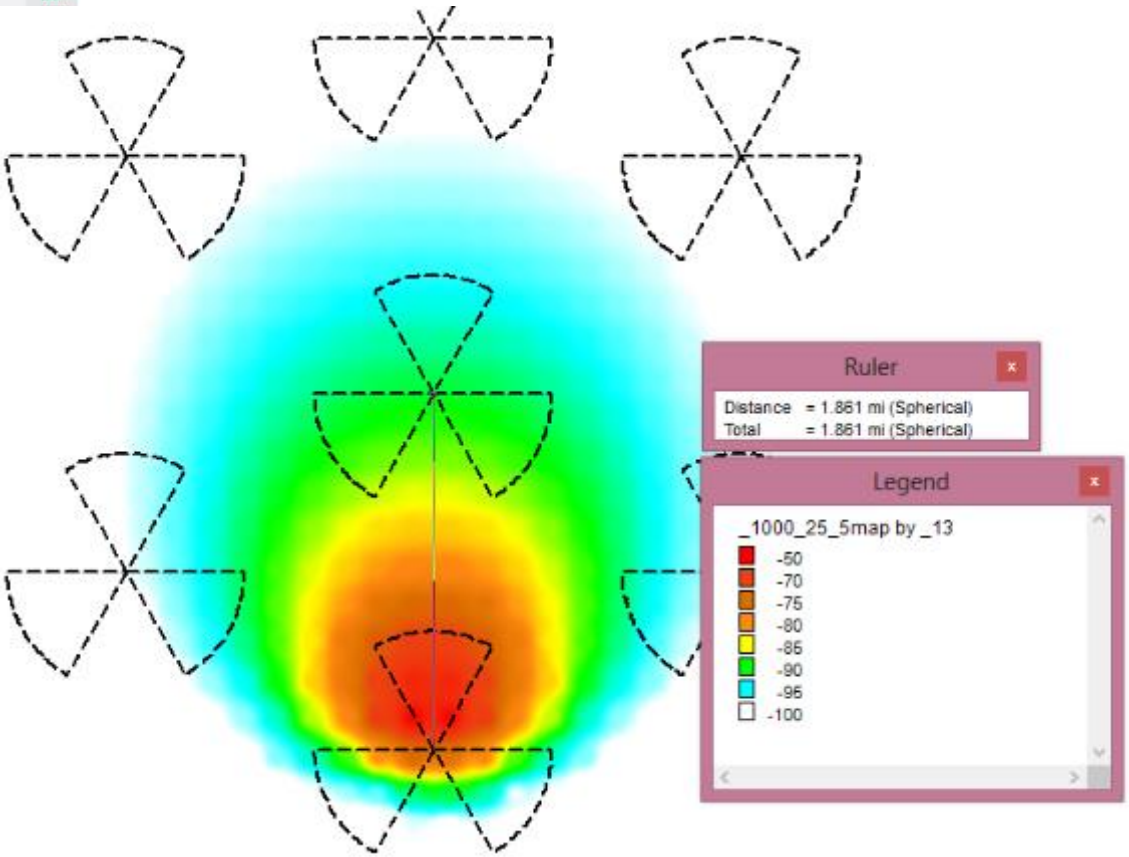


Tinggi antenna 25 meter downtilt 4

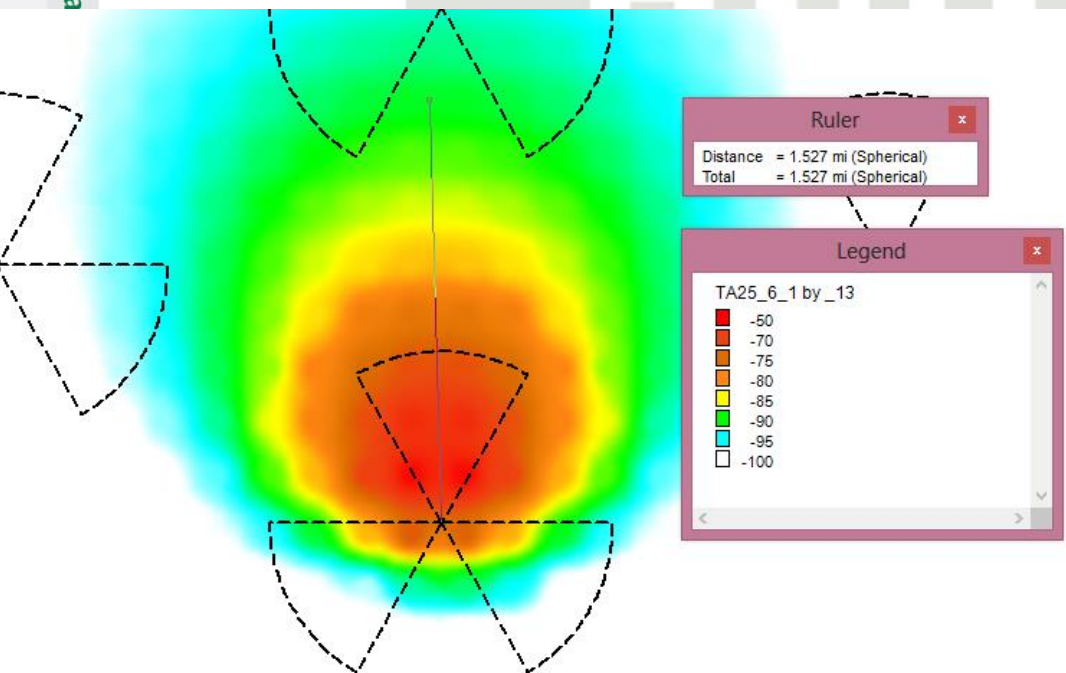


- Hak Cipta Ulinangung Ungaang-ungaang
1. Diarar mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarar mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 25 meter downtilt 5



Tinggi antenna 25 meter downtilt 6

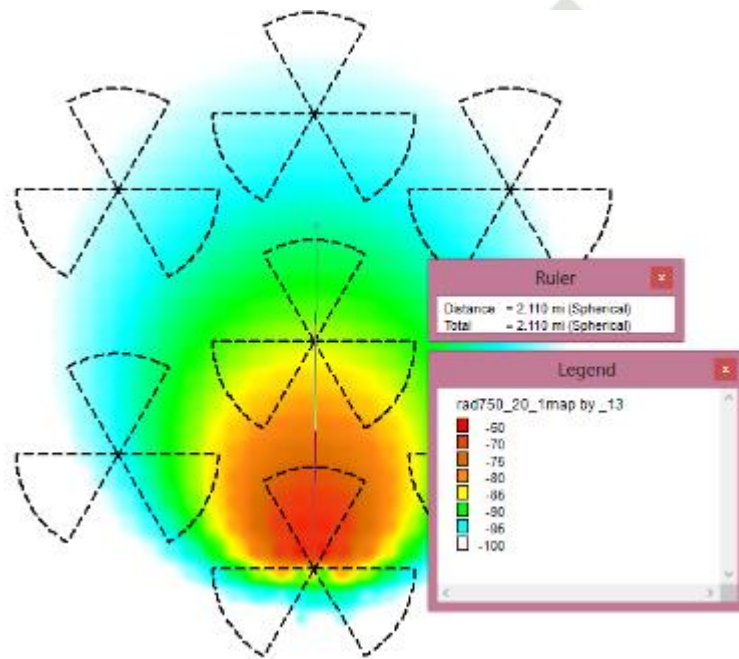


1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

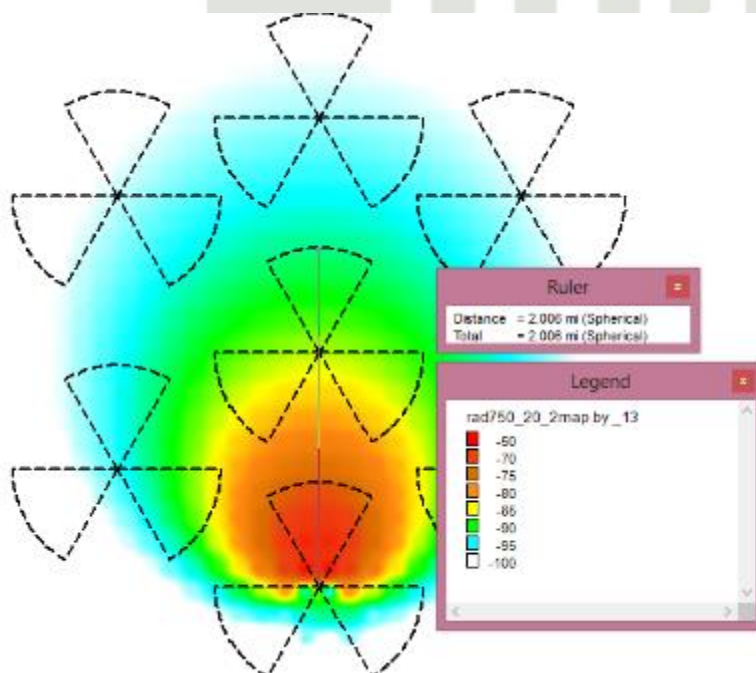
Lampiran B-2

Gambar Simulasi *Uniformly Pointing Distribution* Radius 750 meter

Tinggi antena 20 meter *downtilt* 1



Tinggi antena 20 meter *downtilt* 2



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

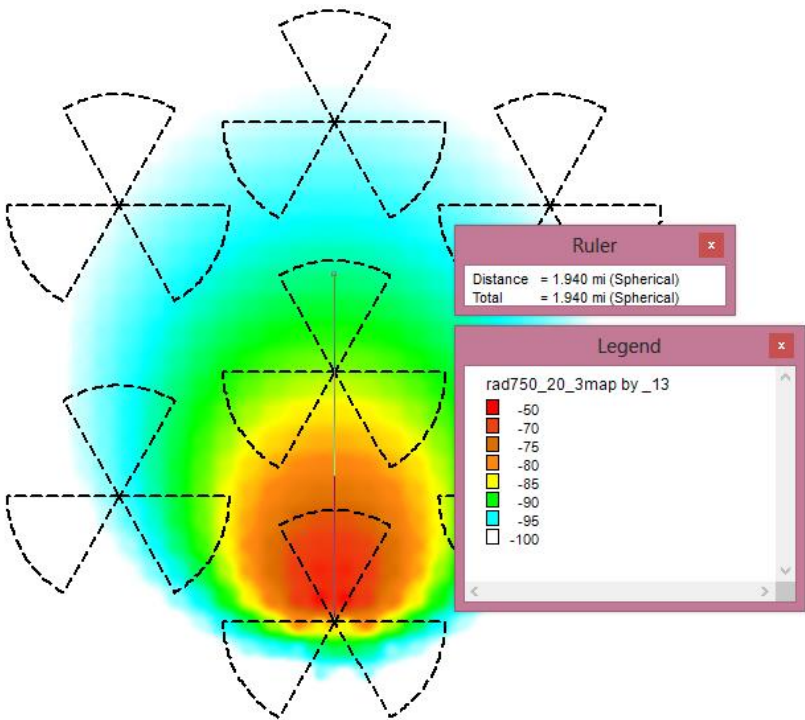
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

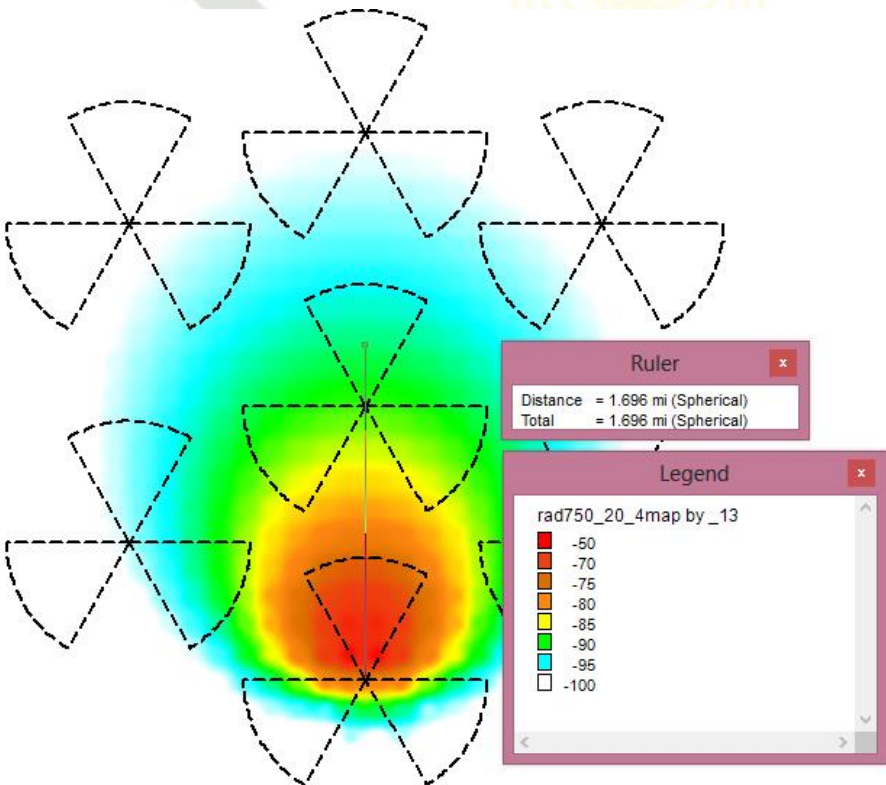
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 20 meter *downtilt 3*



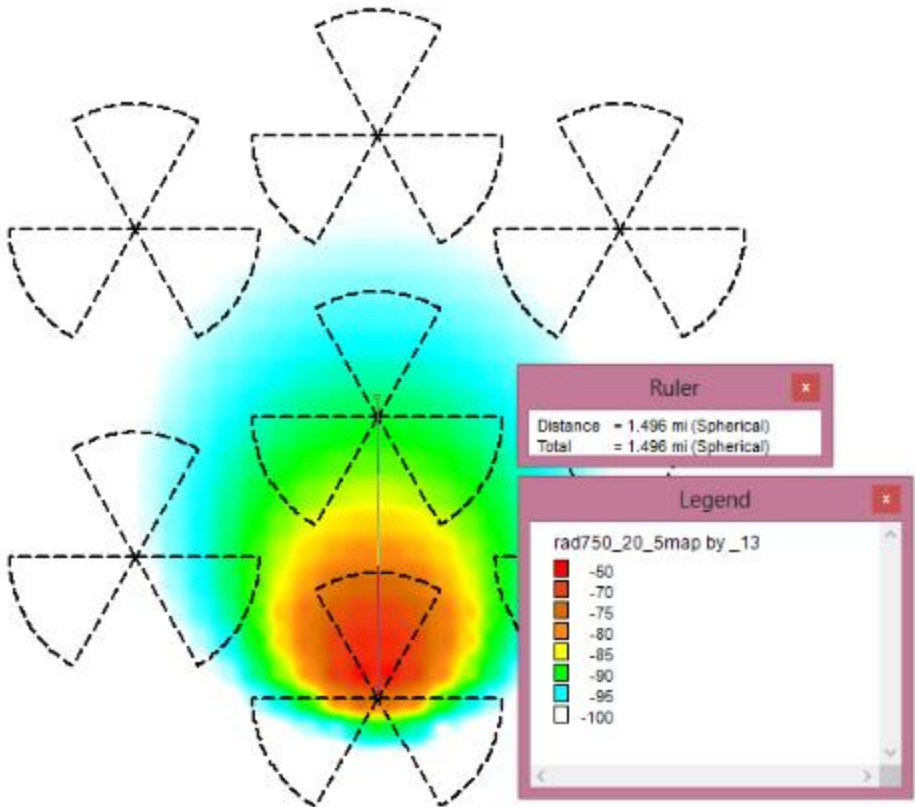
Tinggi antenna 20 meter *downtilt 4*



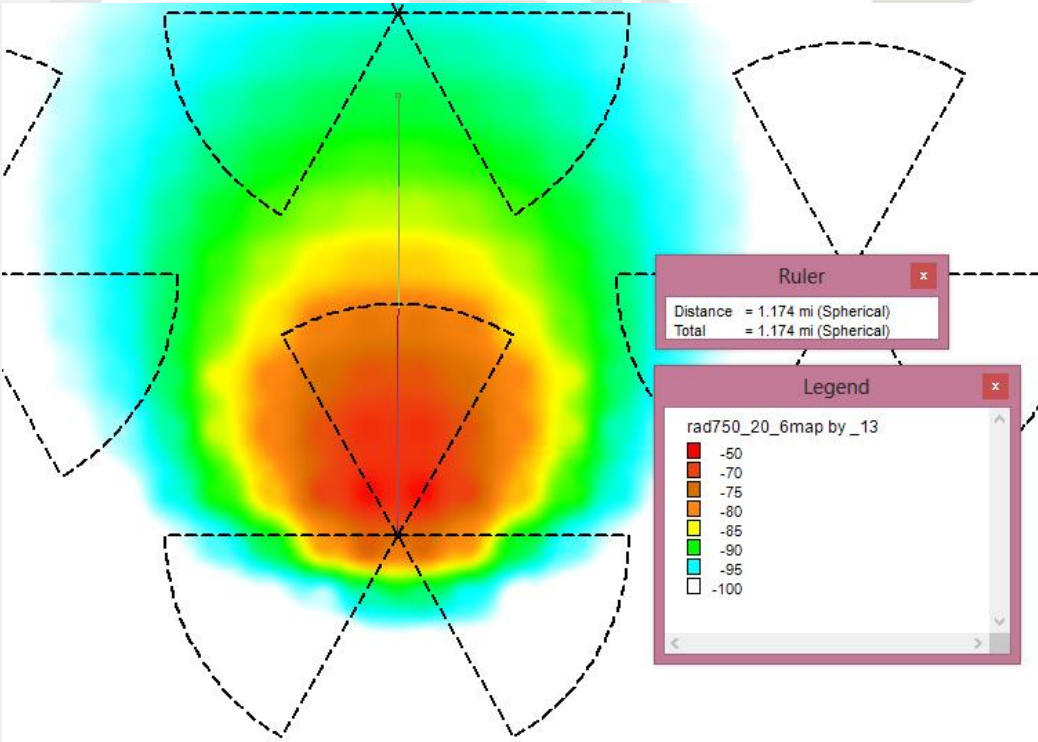
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 20 meter *downtilt 5*



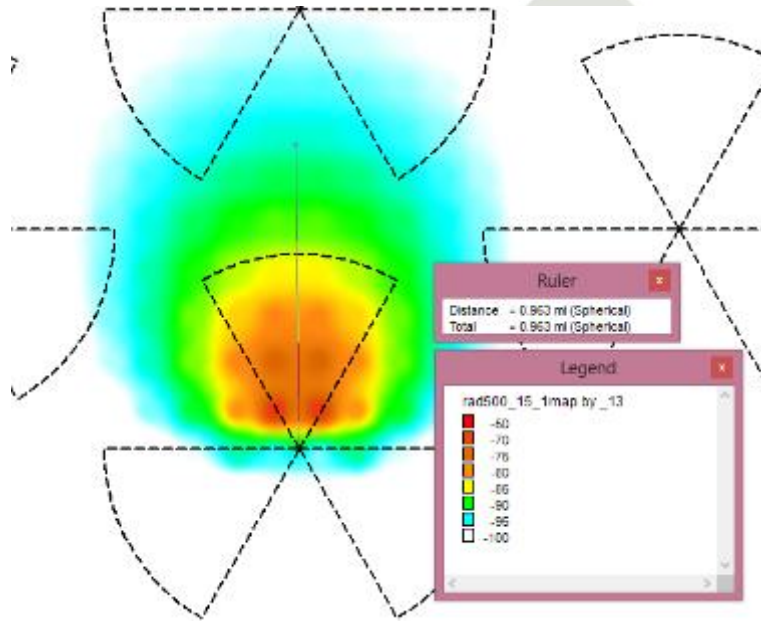
Tinggi antenna 20 meter *downtilt 6*



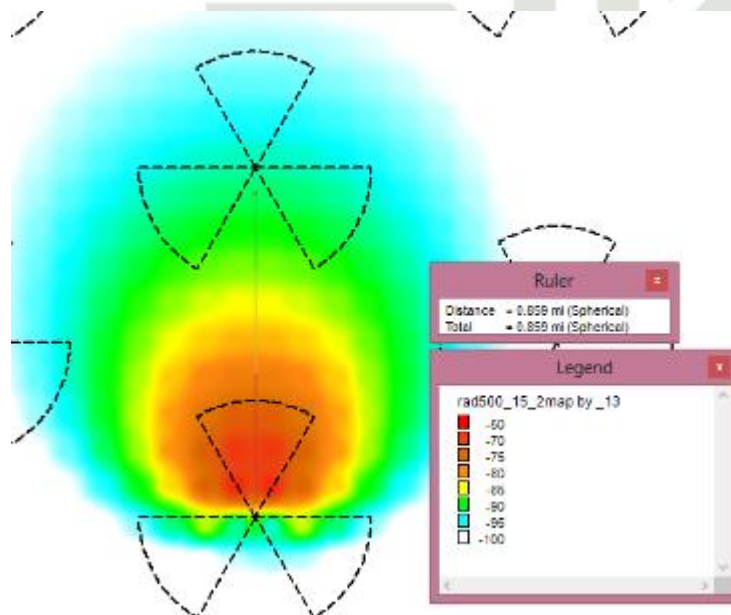
Lampiran B-3

Gambar Simulasi *Uniformly Pointing Distribution* Radius 500 meter

Tinggi antenna 15 meter *downtilt 1*



Tinggi antenna 15 meter *downtilt 2*



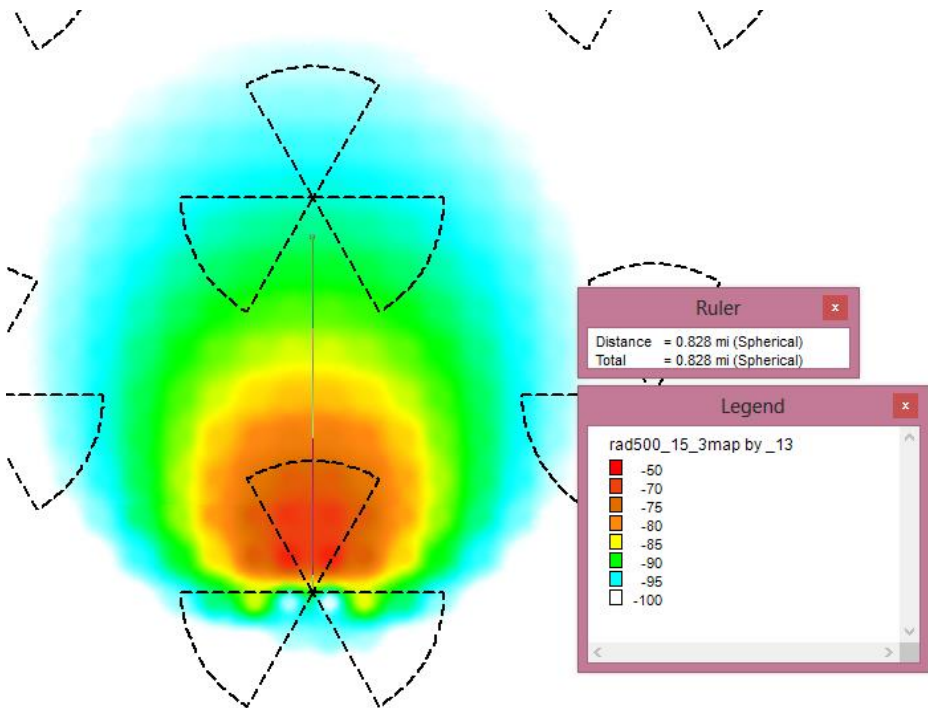
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

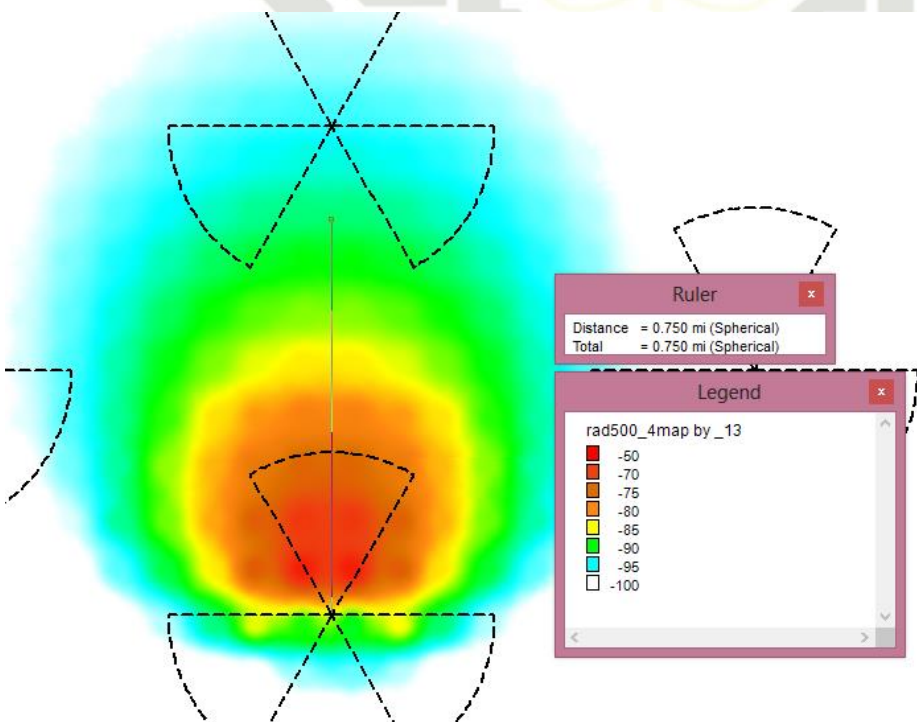
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

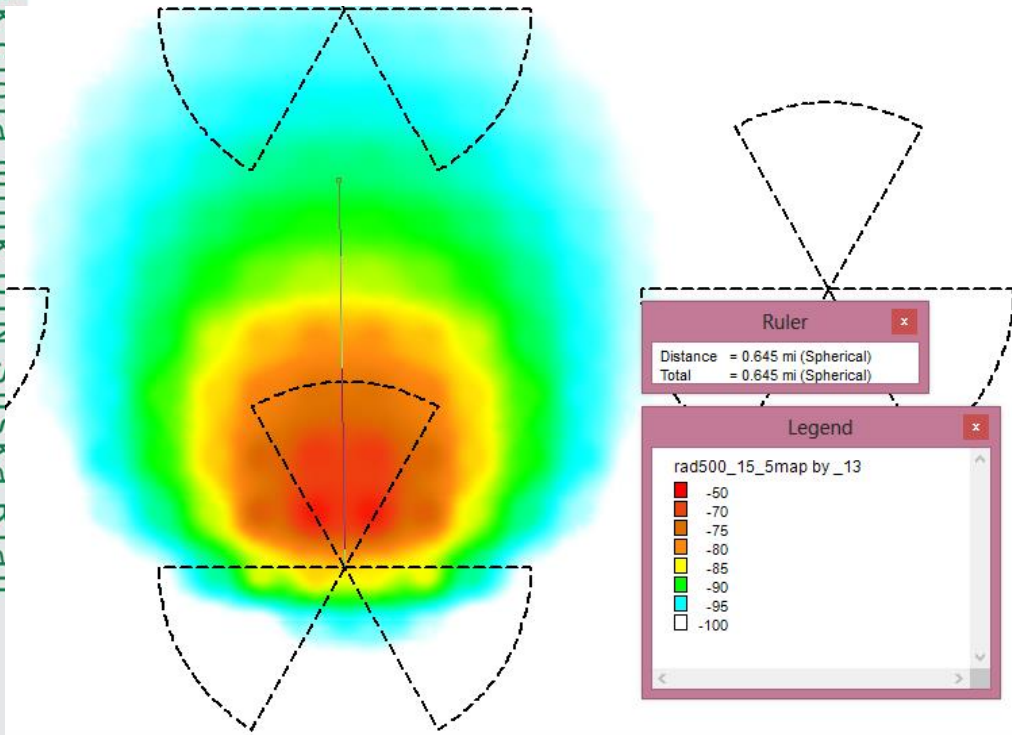
Tinggi antenna 15 meter *downtilt* 3



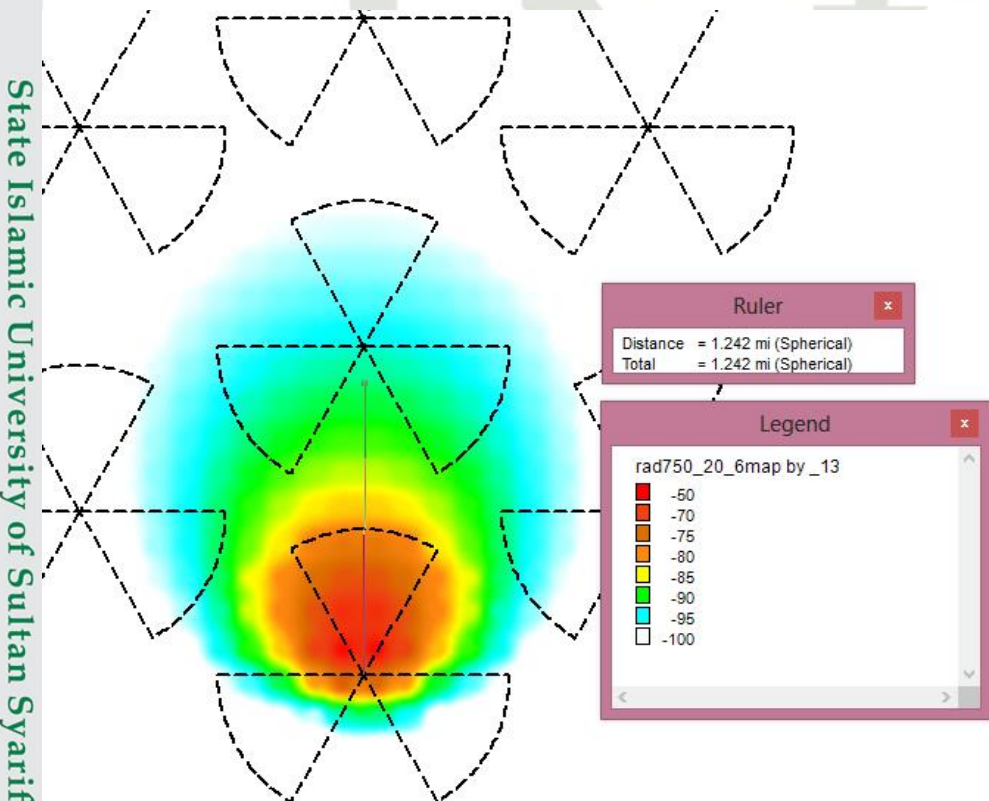
Tinggi antenna 15 meter *downtilt* 4



Tinggi antenna 15 meter downtilt 5



Tinggi antenna 15 meter downtilt 6



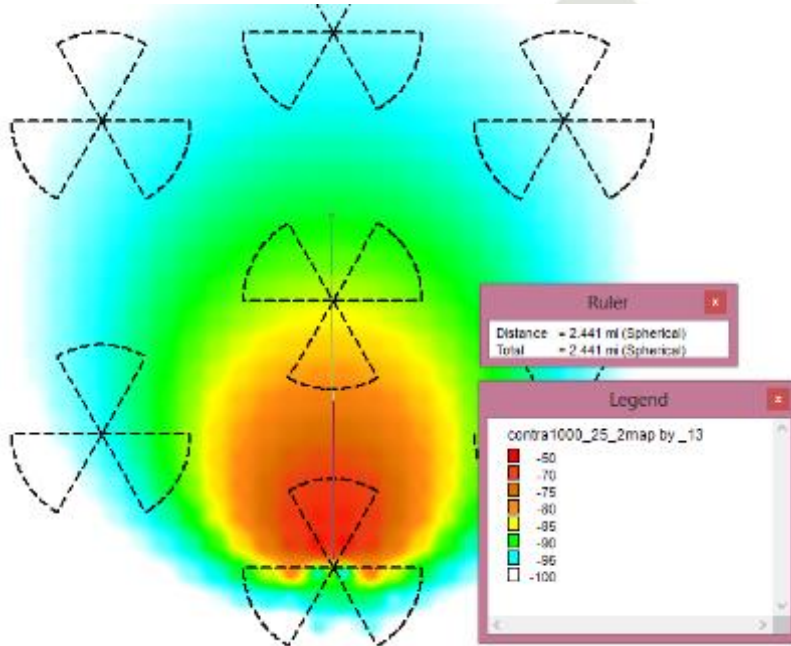
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

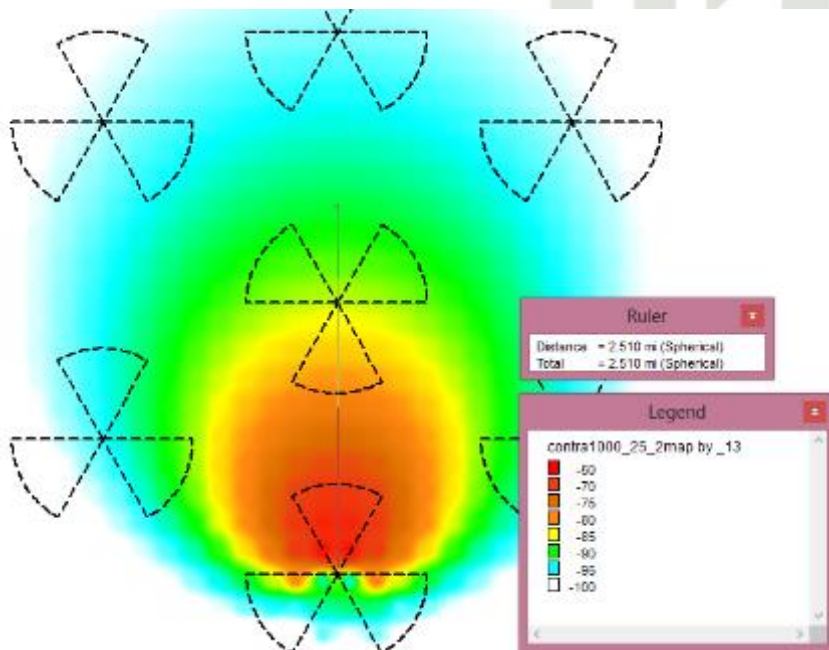
Lampiran C-1

Gambar Simulasi *Contra Pointing Distribution* Radius 1000 meter

Tinggi antenna 25 meter *downtilt* 1

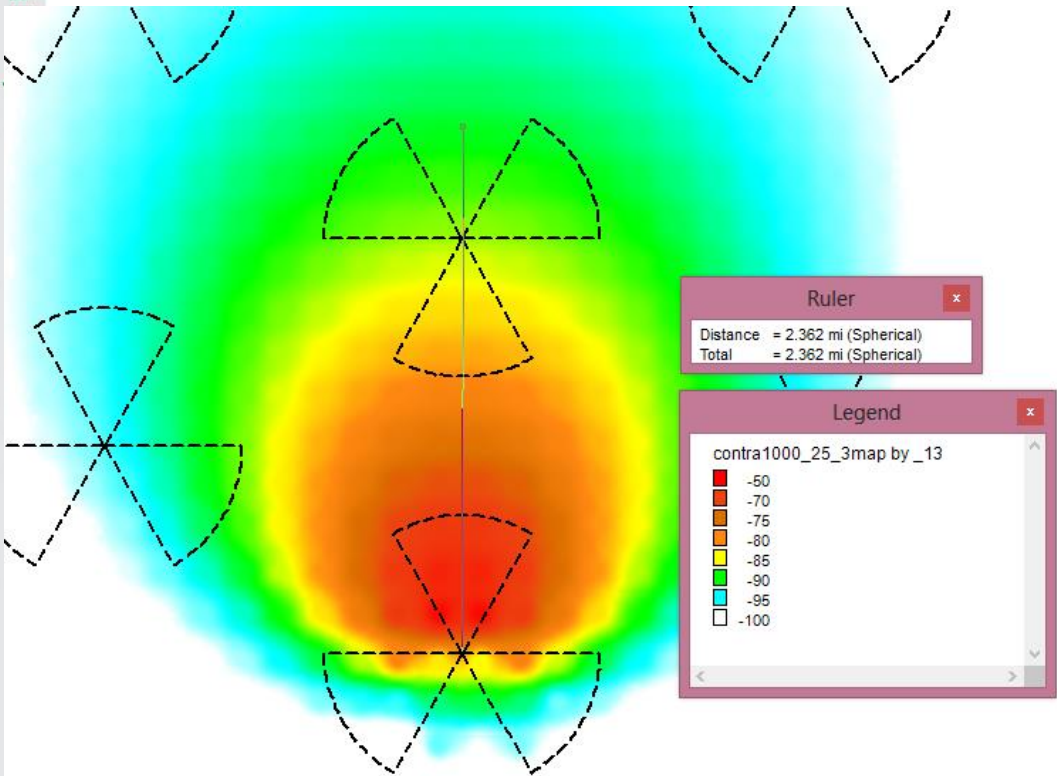


Tinggi antenna 25 meter *downtilt* 2

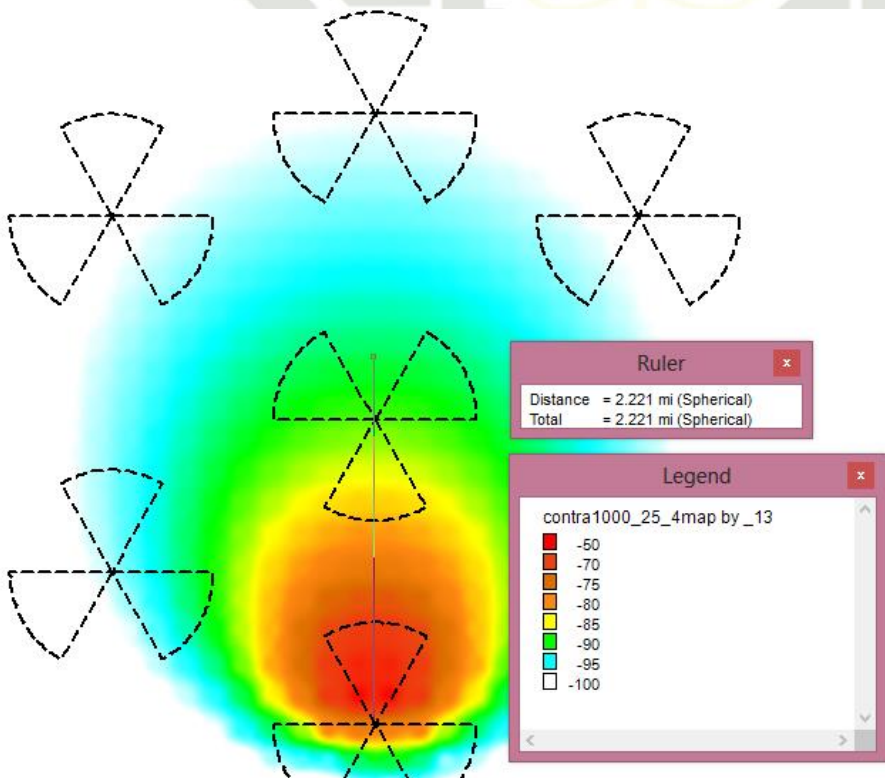


- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antena 25 meter downtilt 3



Tinggi antena 25 meter downtilt 4



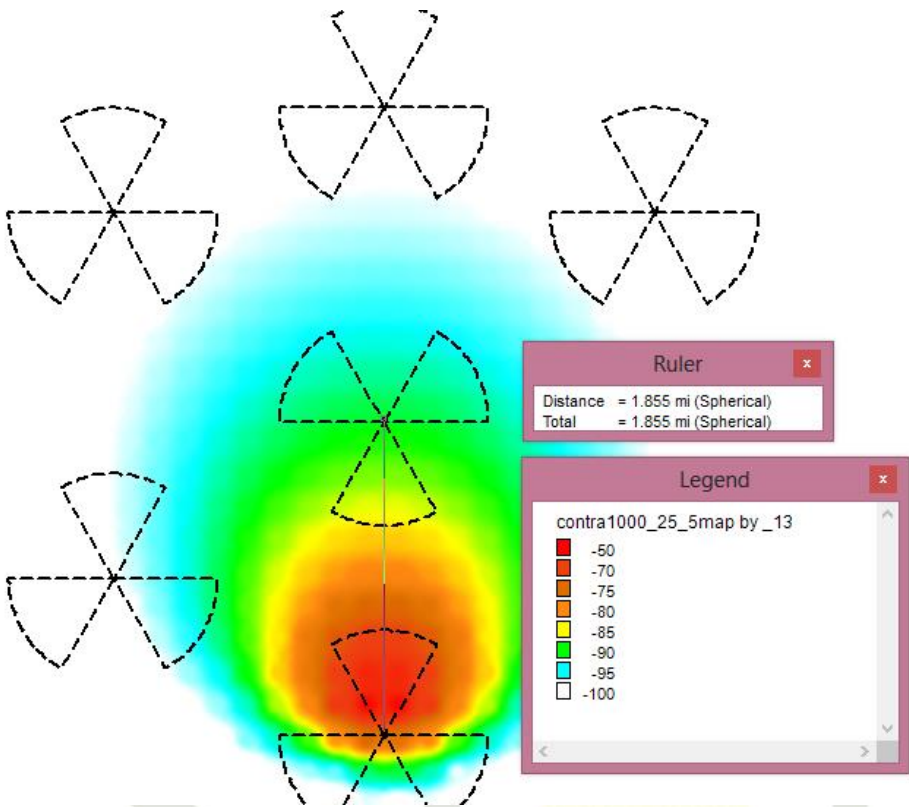
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

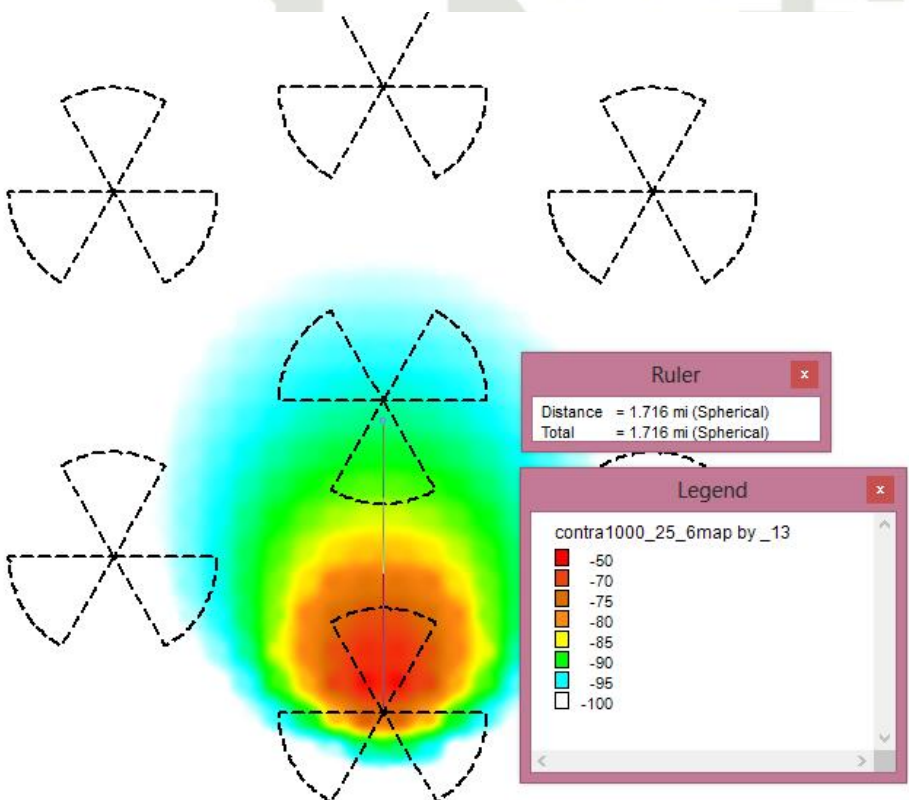
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antena 25 meter downtilt 5



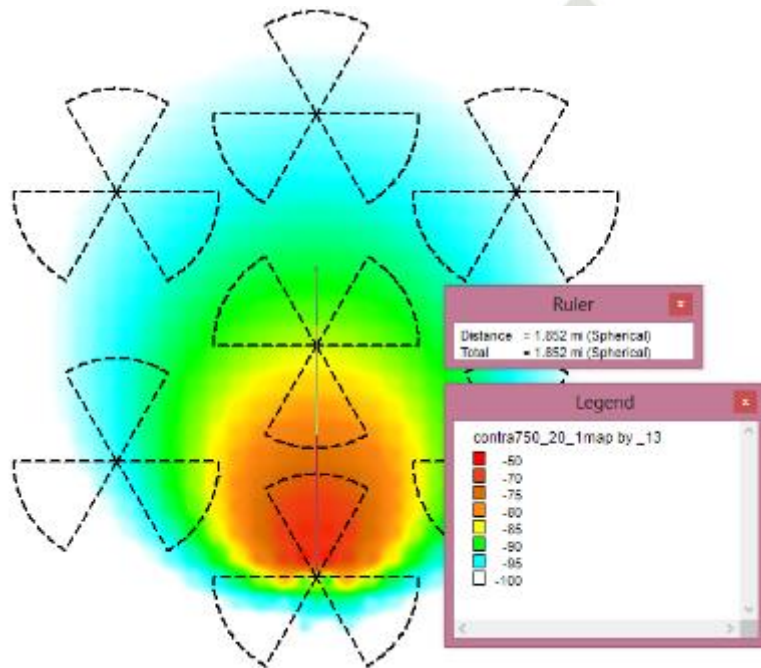
Tinggi antena 25 meter downtilt 6



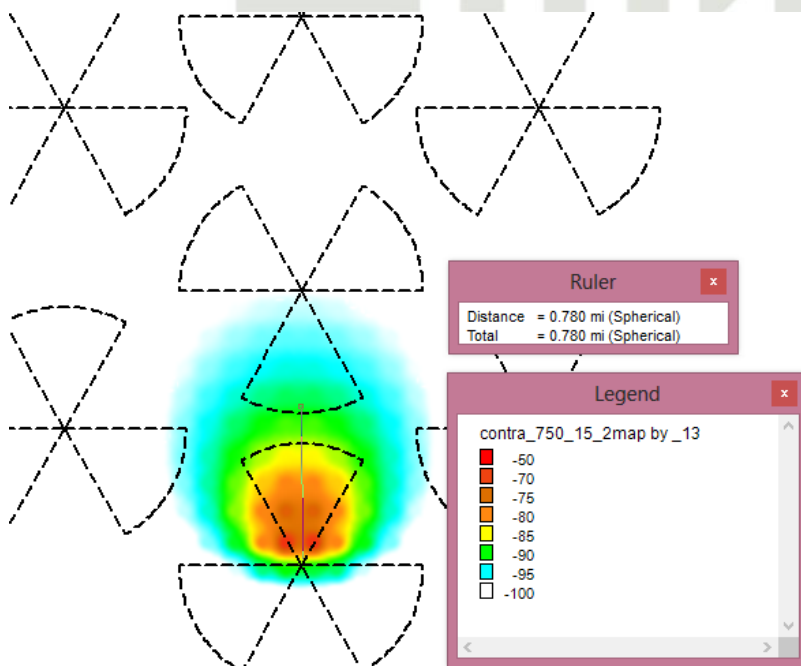
Lampiran C-2

Gambar Simulasi *Contra Pointing Distribution* Radius 750 meter

Tinggi antenna 20 meter *downtilt* 1



Tinggi antenna 20 meter *downtilt* 2



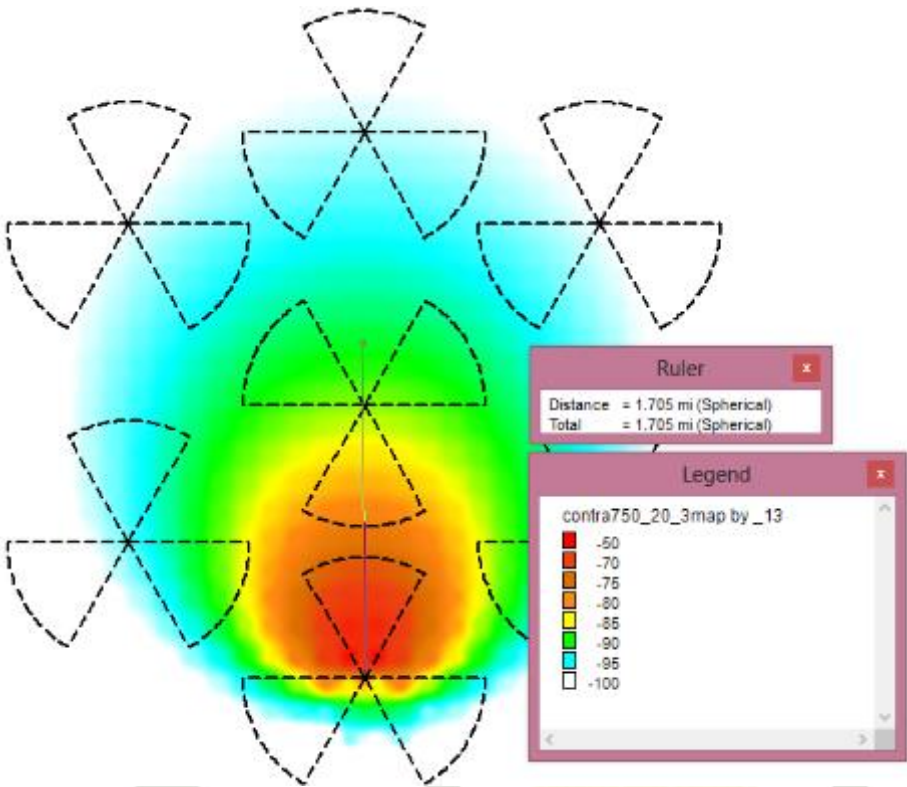
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

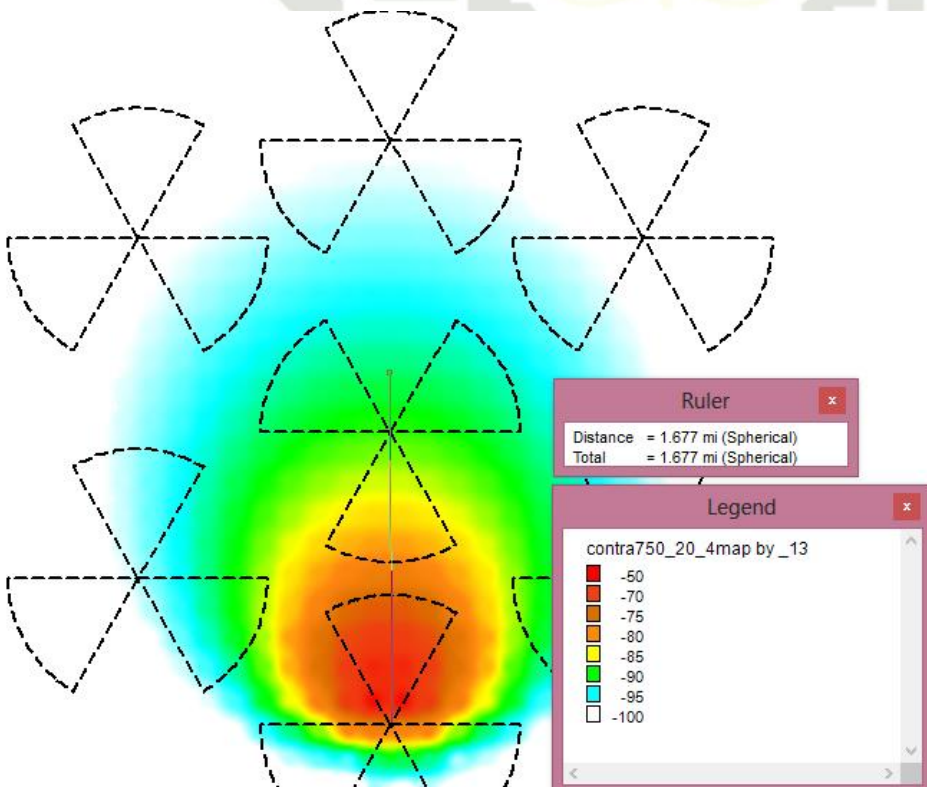
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 20 meter *downtilt 3*



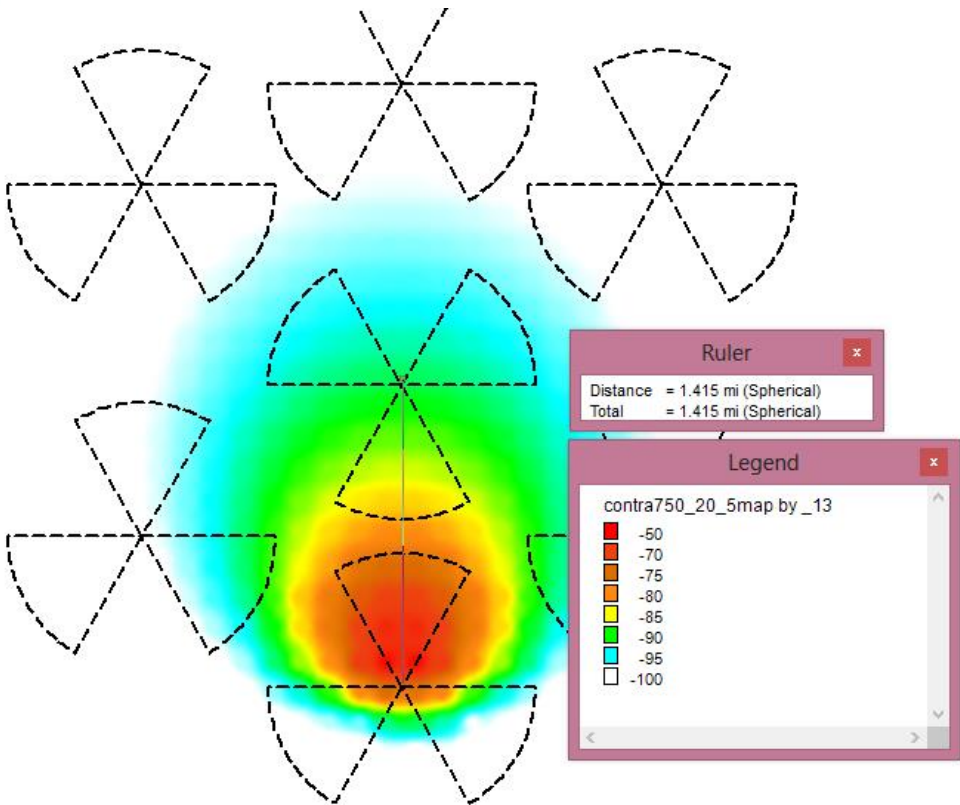
Tinggi antenna 20 meter *downtilt 4*



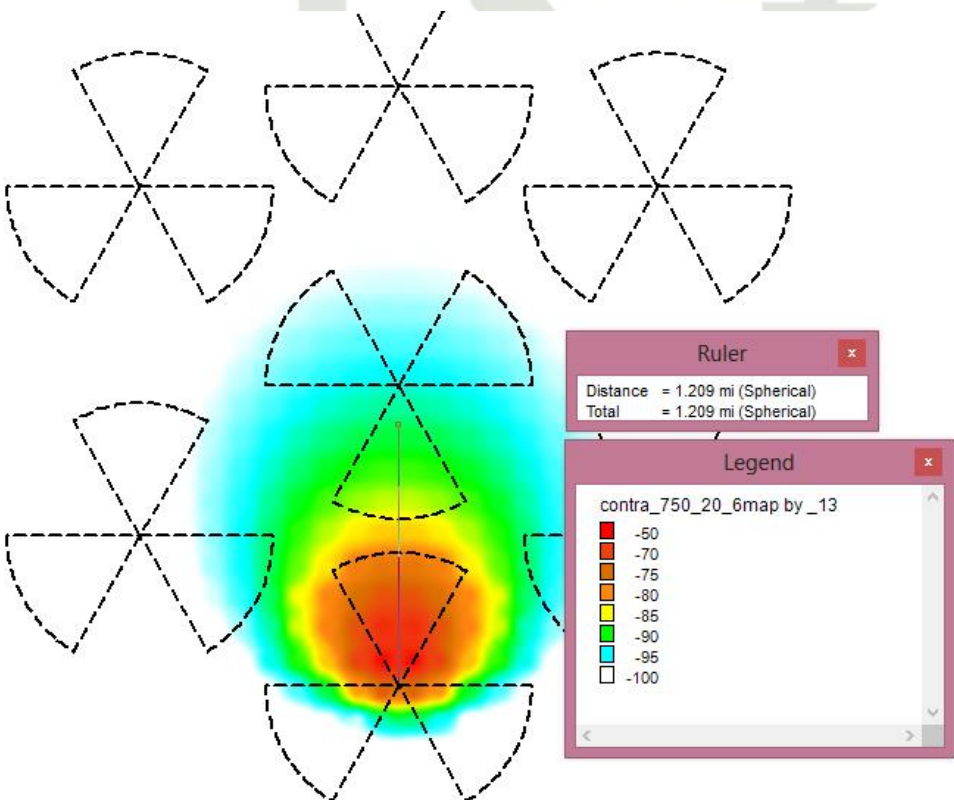
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 20 meter downtilt 5



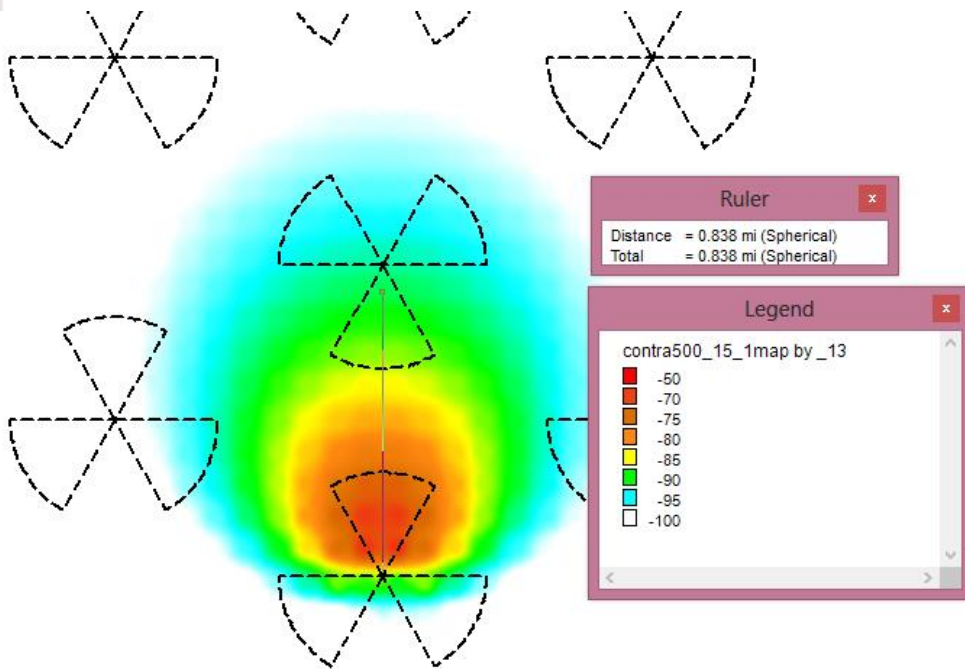
Tinggi antenna 20 meter downtilt 6



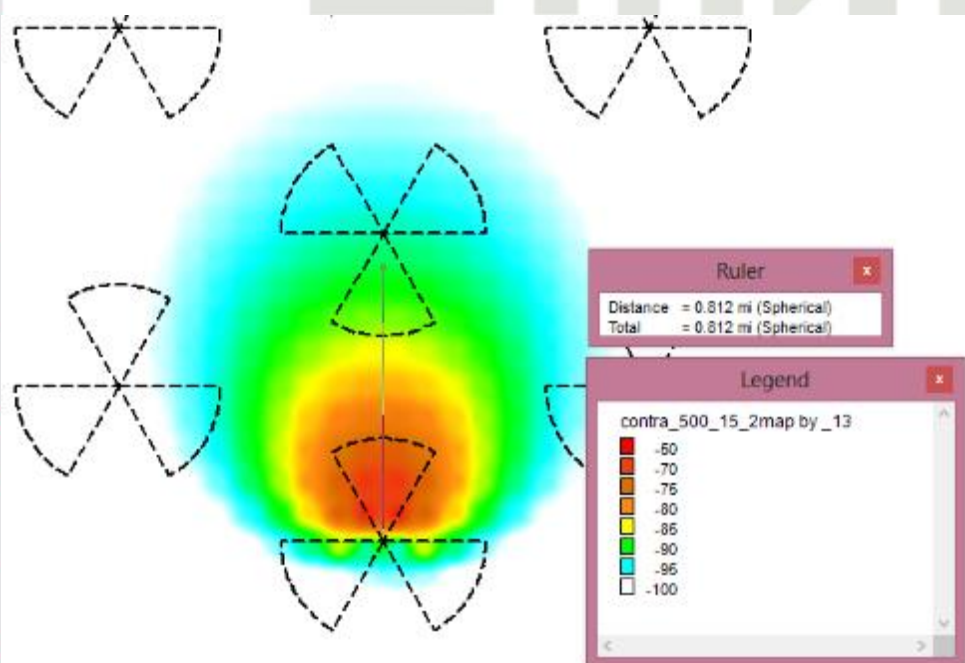
Lampiran C-3

Gambar Simulasi *Contra Pointing Distribution* Radius 500 meter

Tinggi antenna 15 meter *downtilt 1*



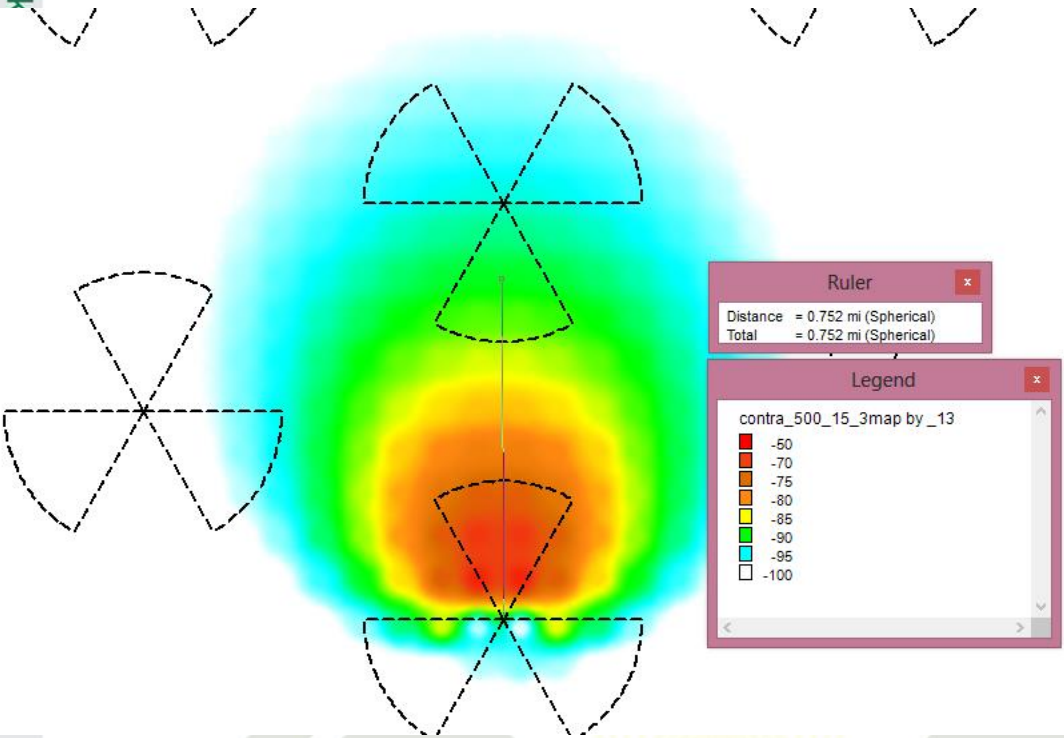
Tinggi antenna 15 meter *downtilt 2*



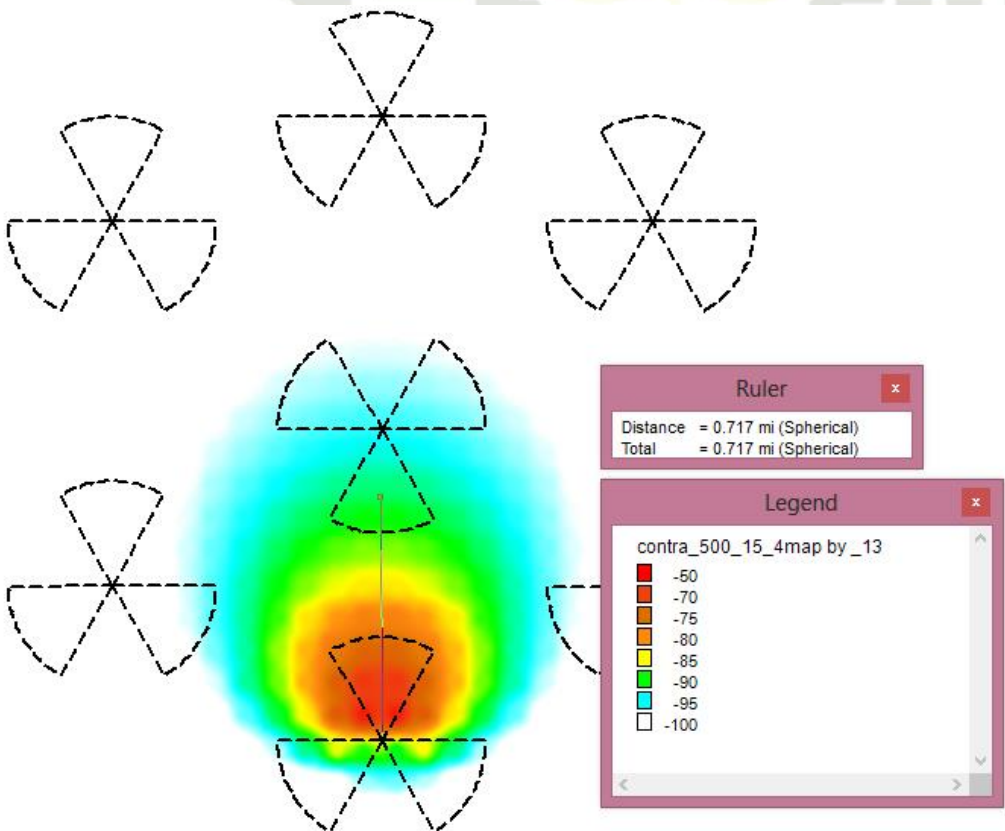
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 15 meter downtilt 3

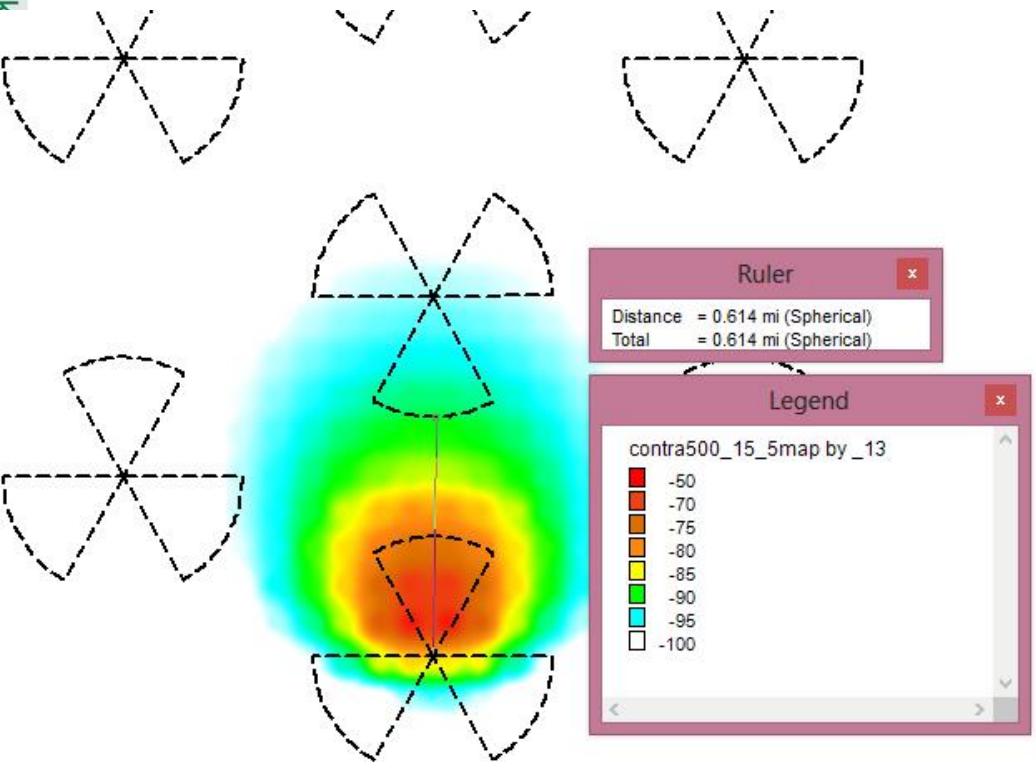


Tinggi antenna 15 meter downtilt 4



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tinggi antenna 15 meter *downtilt* 5



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Marizaldi Bay, Lahir di Kota Pekanbaru pada hari Selasa tanggal 03 maret 1998. Merupakan anak keempat dari empat bersaudara pasangan Bapak Basiruddin dan Ibu Yulisnar, S.Pd., yang bertempat tinggal di JL.Hangtuah Ujuang Km.11, Kec. Tenayan Raya, Kel. Sialang Sakti.

Email : marizaldi.bay@gmail.com

Hp : 081911557142

Rekam Jejak Pendidikan yang pernah ditempuh dimulai pada TK Pertiwi pada tahun 2003-2004, selanjutnya mulai menempuh Pendidikan dasar di SD Negeri 104 Pekanbaru pada tahun 2004-2010. Setelah itu, melanjutkan Pendidikan di sekolah menengah pertama yaitu SMP Negeri 10 Pekanbaru pada tahun 2010-2013, Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMK Negeri 2 Pekanbaru pada tahun 2013-2016 dengan mengambil bidang keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Setelah menyelesaikan pendidikan di SMK Negeri 2 Pekanbaru Penulis melanjutkan pendidikan di UIN Sultan Syarif Kasim Riau dimulai pada tahun 2016 kemudian penulis memilih masuk di Fakultas Sains dan Teknologi pada Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Telekomunikasi. Penulis dinyatakan lulus dalam Siding Tugas Akhir pada tanggal 14 Juni 2021, dengan Penelitian Tugas Akhir yang berjudul “ **Dampak Geometris Co-channel Interferer Terhadap Jarak Reuse Untuk Meningkatkan Efektivitas Spektrum pada LTE 1800 MHz**”. Maka penulis berhak menyandang gelar Sarjana Teknik (ST)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.